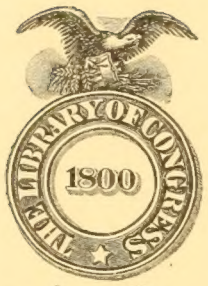


Class A S142

Book V314

SMITHSONIAN DEPOSIT

42 (

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN IN WIEN
MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE KLASSE

DENKSCHRIFTEN

97. BAND

(MIT 19 TAFELN, 136 TEXTFIGUREN, 1 KARTE UND 2 KARTENSKIZZEN)

Library of Congress
539656
MAY 1 1922
SMITHSONIAN DEPOSIT

WIEN 1921
IN KOMMISSION BEI ALFRED HÖLDER
UNIVERSITÄTSBUCHHÄNDLER
BUCHHÄNDLER DER AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

4

740
286
D

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN IN WIEN
MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE KLASSE

DENKSCHRIFTEN

97. BAND

(MIT 19 TAFELN, 136 TEXTFIGUREN, 1 KARTE UND 2 KARTENSKIZZEN)

Library of Congress
MAY 1 1922
SMITHSONIAN DEPOSIT

WIEN
ÖSTERREICHISCHE STAATSDRUCKEREI
1921

AS142
.V314

Inhalt.

Seite

Arthaber G.: Studien über Flugsaurier auf Grund der Bearbeitung des Wiener Exemplares von *Dorygnathus banthensis* Theod. sp. (mit 57 Textfiguren und 2 Tafeln) 391

Diener C.: Neue *Ammonoidea leiostraca* aus den Hallstätter Kalken des Salzkammergutes (mit 19 Textfiguren und 4 Tafeln) 341

— Neue *Tropidoidea* aus den Hallstätter Kalken des Salzkammergutes (mit 20 Textfiguren und 9 Tafeln) 465

Ficker H.: Untersuchungen über die meteorologischen Verhältnisse der Pamirgebiete (mit 17 Textfiguren und 1 Kartenskizze) 151

Furlani M.: Studien über die Triaszonen im Hochpustertal, Eisack- und Pensertal in Tirol (mit 8 Textfiguren und 2 Tafeln) 33

Handel-Mazzetti H.: Ergebnisse der Expedition Dr. Handel-Mazzetti's nach China 1914—1918, unternommen auf Kosten der Akademie der Wissenschaften in Wien. Neue Aufnahmen in *NW*-Yünnan und *S*-Setschuan (mit 1 Karte) 257

Krasser F.: Studien über die fertile Region der *Cycadophyten* aus den Lunzer Schichten: *Makrospophyle* (durchgeführt mit Unterstützung aus der Erbschaft Treitl) (mit 1 Tafel) . . . 1

Lämmermayr L.: Legföhrenwald und Grünerlengebüsch. Eine vergleichend ökologische Studie unter besonderer Berücksichtigung der Lichtstimmung der Bestandesbildner und der Beleuchtungsverhältnisse ihres Unterwuchses (mit 6 Textfiguren) 55

Oppenheim S.: Über die Eigenbewegung der Fixsterne. IV. Mitteilung: Das Verteilungsgesetz der Eigenbewegungen (subventioniert von der hohen Akademie der Wissenschaften aus dem Legate Scholz) 269

— Statistische Untersuchungen über die Bewegung der kleinen Planeten (mit 3 Textfiguren) . . 311

Schrötter H.: Klimatische Beobachtungen und Studien anläßlich der Landungsmanöver in Dalmatien, August 1911, nebst Notizen zur Hygiene des Marsches (mit 5 Textfiguren und 1 Kartenskizze) 93

Fortsetzung der Berichte der Kommission für ozeanographische Forschungen im **Roten Meere** (nördliche und südliche Hälfte) 1895/96—1897/98.

Seite

Michaelsen W.: Zoologische Ergebnisse XXXIII: *Ascidiae Krikobranchiae* des Roten Meeres: *Clavelinidae* und *Synoicidae* (mit 1 Tafel und 1 Textfigur) 1

STUDIEN ÜBER DIE FERTILE REGION DER CYCADOPHYTEN AUS DEN LUNZER SCHICHTEN: MAKROSPOPHYLE

VON

Dr. FRIDOLIN KRASSER

DURCHGEFÜHRT MIT UNTERSTÜTZUNG AUS DER ERBSCHAFT TREITL

MIT 1 TAFEL

VORGELEGT IN DER SITZUNG AM 8. MAI 1919

Vorwort.

In der Lunzer Flora finden sich in verschiedenen Entfaltungszuständen erhaltene ziemlich derbe, ungestielte, fiederschnittige Blätter von ungefähr rhombisch-elliptischem Umriß, die sich als Makrosporophylle erwiesen haben.

Stur hat sie in seinen Veröffentlichungen über die Lunzer Flora[1] nicht erwähnt, obzwar er sie ohne Zweifel gekannt hat. In der Literatur wurden sie zuerst von mir[2] gelegentlich sehr kurzer allgemeiner Bemerkungen über die Cycadophytenreste in der Lunzer Flora als *Cycadospadix* (ohne Abbildung) angeführt. Schuster hat ihrer in seiner Weltrichia-Arbeit[3] gleichfalls gedacht, sie *Cycadospadix Krasseri* benannt und auch ein Belegstück aus der Münchner Sammlung abgebildet. Schließlich habe ich, der vorliegenden Abhandlung vorgreifend, im ersten Teile meiner Cycadophytenstudien in einer orientierenden Übersicht über sämtliche Typen der Reste aus der fertilen Region der Lunzer

[1] Stur, D. Geologie der Steiermark. Graz 1871. Die obertriadische Flora der Lunzer Schichten und des bituminösen Schiefers von Raibl (Sitzungsber. d. kais. Akad. d. Wissensch. in Wien, m.-n. Kl., Bd. CXI, Abt. I, Märzheft 1885). Die Lunzer (Lettenkohlen-) Flora in der »older mesozoic beds of coalfield of Eastern Virginia« (Verh. d. k. k. Geolog. Reichsanstalt in Wien 1888, Nr. 10, Juli).

[2] Krasser, F. Zur Kenntnis der fossilen Flora der Lunzer Schichten. (Jahrb. d. k. k. Geolog. Reichsanstalt in Wien, 1900, Bd. 59, 1. Heft, p. 114).

[3] Schuster, J. Weltrichia und die Benettitales. (Kungl. Svenska Vetenscapsakadem. Handl. Bd. 46, No. 11, 1911, p. 51 und 56; Taf. 5, Fig. 11).

Cycadophyten diese Reste als *Haitingeria Krasseri* (Schust.) g. n. als Zeugen einer neuen Gattung hingestellt und kurz gekennzeichnet.[1]

Zweck der vorliegenden Abhandlung ist, die Makrosporophyllnatur der *Haitingeria* zu erweisen und ihre systematische Stellung zu begründen. Sonach ist es notwendig, diese Fossilien genau nach ihren äußeren morphologischen und, soweit es möglich ist, auch nach ihren mikroskopischen Merkmalen zu beschreiben, sowie sie eingehend mit den mehr oder minder ähnlichen Resten von anderen Fundstätten und aus verschiedenen Formationen zu vergleichen, was nicht ohne kritische Sichtung der bisher bekannt gewordenen als Cycadophyten-Makrosporophylle betrachteten Vorkommnisse geschehen kann.

A. Haitingeria F. Krasser.

Eine neue Gattung der Cycadophyten, begründet auf das Makrosporophyll.

I. Gattungsdiagnose und Übersicht über die Arten.

Haitingeria nov. gen.

Squamae crassae basi contracta sessiles ovato-lanceolatae, laciniatae; laciniae rigidae vel flexuosae, arrectae, margine solido, e basi apicem versus angustatae, apice rotundato; ovula vel semina obtuse-conica marginibus laciniarum affixis, copiosa.

Species typica *Haitingeria Krasseri* (Schust.) Krasser.

Locus classicus: Pramelreith prope Lunz in Austriae germanicae provincia Austria inferiori.

Enumeratio specierum adhuc detectarum:

1. Haitingeria Krasseri (Schust.) F. Krasser.

1916. Akadem. Anzeiger der kais. Akad. der Wissensch. in Wien, m.-n. Kl., Sitzung vom 14. Dezember.

1917. Denkschriften m.-n. Kl., 94. Bd., S. 490, 532, 549.

Synonyma:

1909. *Cycadospadix sp.*, F. Krasser: Zur Kenntnis der fossilen Flora der Lunzer Schichten (Jahrb. der k. k. Geolog. Reichsanstalt in Wien, 1909, Bd. 59, pag. 114).

1911. *Cycadospadix Krasseri* J. Schuster: Weltrichia und die Benettitales (Kungl. Svenska Vetenskapsakadem. Handl., Bd. 46, No. 11, pag. 51 et 56; tab. 5, fig. 11).

Distributio geographica: Pramelreith prope Lunz in stratis formationis Trias nominatis »Lunzerschichten«.

2. Haitingeria Zeilleri, F. Krasser n. sp.

1886. ? *carpophylles de Cycadées*, R. Zeiller: Note sur les empreintes végétales recueillies par M. Jourdy au Tonkin (Bull. soc. Geol. Fr., 3e sér., T. 14, 1886, pag. 461 et tab. 25, fig. 5).

1902 et 1903. R. Zeiller: Flore fossile des gîtes de charbon de Tonkin. Paris 1902: Atlas (tab. 50, fig. 20, 20 a), 1903: Texte (pag. 225, 226).

Distributio geographica: Tonkin in stratis formationis Trias dictae Indiae sinensis.

---

[1] Krasser, F. Sitzung der m.-n. Kl. vom. 14. Dezember 1916. Akadem. Anzeiger Nr. *27*: *b*) Makrosporophylle. *Haitingeria Krasseri* (Schust.) g. n. Fiederschnittige sitzende Schuppenblätter mit langen Abschnitten, deren Ränder mit Samenknospen besetzt sind (p. 1 des Sonderabdruckes).

Ferner die Abhandlung selbst:

Studien über die fertile Region der Cycadophyten aus den Lunzer Schichten: Mikrosporophylle und männliche Zapfen, Denkschr. d. kais. Akad. d. Wissensch. in Wien, m.-n. Kl. 94. Bd., p. 490, 532, 549.

3. Haitingeria rajmahalensis (Wieland) F. Krasser.

1877. *Inflorescenz or fructification of Cycadeous plants*, O. Feistmantel; Jurassic (Liassic) flora of the Rajmahal group in the Rajmahal hills (Palaeontologia indica: ser. II (2), pag. 79; tab. 39, fig. 5, 5 a et tabulae explicato!)

Synonym:

1911. *Williamsonia ? rajmahalensis* G. R. Wieland: On the Williamsonian tribe (Americ. Journ. of sci. vol. 32, Decb. 1911, pag. 461, fig. 17 d.

Distributio geographica: In stratis Rajmahalgroup formationis Lias dictae Indiae orientalis.

Die Gattung *Haitingeria* habe ich zu Ehren meines Freundes Ludwig Haitinger des Miterfinders des Gasglühlichtes so genannt.

II. Haitingeria Krasseri (Schust.).

Inhaltsübersicht:

1. Äußere Morphologie.
2. Innere Morphologie (Histologische Beobachtungen).
3. Morphologische Deutung.

Es liegt mir eine Anzahl von Abdrücken vor, sowohl aus dem Museum der Geologischen Reichsanstalt in Wien, als aus der Phytopaläontologischen Sammlung des Joanneums in Graz, sowie aus der Sammlung des Geologischen Institutes der deutschen Karl Ferdinands-Universität in Prag. Hiezu kommt noch die von Schuster[1] mitgeteilte Abbildung des von ihm *Cycadospadix Krasseri* genannten Restes aus der Münchener Sammlung von Lunzer Pflanzen.

Die verschiedenen Handstücke ergänzen einander in wünschenswerter Weise, so daß sowohl über die Formverhältnisse, die Knospenlage (Vernation) und den Leitbündelverlauf (Venatio, Nervatur, Aderung), Konsistenz der Spreite, Form, Anzahl, Anheftungsweise und Stellung der Samenknospen (respektive Samen) Klarheit herrscht.

1. Äußere Morphologie.

(Tafel I, Figuren 1 bis 7).

Beschreibung der Belegstücke zur Feststellung der Merkmale: Gestalt und Konsistenz, Umriß, Randentwicklung, die Fiederabschnitte. Samenknospen und Samen, Anordnung und Gestalt. Vernation. Leitbündelverlauf.

Betrachten wir zuerst die im vorhergehenden erwähnte Schuster'sche Abbildung.[1] Sie kommt besonders der auf unserer Tafel in Figur 6 und 7 abgebildeten Resten sehr nahe, da sie einen Erhaltungszustand darstellt, welcher die Länge und Form der Spitze des Sporophylls und der Fiederabschnitte zeigt. Schuster hat den Rest nicht näher beschrieben, sondern begnügt sich mit der zitierten Abbildung und folgender Bemerkung: »In den älteren triassischen Schichten findet man nur laubblattähnliche Cycas-Sporophylle; solche sind schon im unteren Keuper, namentlich in den pflanzenführenden Kohlen von Lunz sehr häufig (Taf. 5, Fig. 11). In den Sammlungen von Würzburg und München sind gut erhaltene Reste davon vorhanden, die *Cycadospadix Krasseri* genannt seien. Sie sind an den ziemlich langen Fiederrudimenten sehr leicht kenntlich«.

Wenn wir die Reihe der auf unserer Tafel abgebildeten Stücke überblicken, so können wir feststellen, daß alle erkennen lassen eine tief fiederschnittige Spreite mit breiter Basis. Die Spreite gliedert sich in ein fast dreieckiges oder besser gesagt spitz-pentagonales Mittelfeld, bis zu dessen Rand die Einschnitte reichen, und die fiederschnittigen Randteile. Der Vergleich der Abbildungen ergibt, daß die

[1] Schuster, J. Weltrichia, l. c., Taf. 5, Fig. 11.

Spreite unpaarig fiederschnittig ist (Fig. 1, 6, 7), da sie von einem terminalen Fiederabschnitt gekrönt wird, gegen welchen hin vom Spreitengrunde aus sich ein breites Band dicht gestellter Leitbündel hinzieht (Fig. 2 rechts, 3). Die Fiederabschnitte sind im übrigen gegenständig, regelmäßig aus breiter Basis gegen ihre Spitze verschmälert und eingekrümmt, daher ihre Spitze meist im Gestein verborgen. Die Anzahl der Fiederabschnitte dürfte beiderseits vom torminalen Abschnitte, nach den verschiedenen vorliegenden Abdrücken zu urteilen, 5 bis 7 betragen. Die Beschaffenheit der Kohlebeläge deutet auf eine derbe, etwa knorpelige, aber keinesfalls holzige Beschaffenheit der Spreite hin.

Von besonderer Wichtigkeit ist das in Figur 2 unserer Tafel abgebildete Handstück, welches sich in der Sammlung von Lunzer Pflanzen des Geologischen Museums der deutschen Universität in Prag befindet, seinerzeit von Haberfellner erworben.[1] Es zeigt zufällig nebeneinander die Abdrücke eines ausgebreiteten und eines noch im Vernationsstadium befindlichen Makroskophylls, außerdem noch in sehr guter Erhaltung die Nervatur an dem ausgebreiteten Makrosporophyll.

Im Zustande der Vernation sind nach diesem Belegstücke die Haitingeria-Makrosporophylle dütenförmig gedreht, das heißt, sie sind derart gerollt, daß die Fiederabschnitte der einen Blatthälfte auf der Oberfläche in aufsteigender Schraubenlinie liegen. Ob der terminale Fiederabschnitt in der Knospenlage etwa eingeschlagen[2] oder gedreht ist, läßt sich nicht sagen, da der einzige vorliegende Abdruck in dieser Beziehung leider unvollständig ist, denn er läßt nur drei mittlere Fiederabschnitte erkennen. Letztere zeigen einen schwieligen Rand und sind in der Spitzenpartie vollkommen erhalten, so daß man die Verjüngung der einzelnen Abschnitte gegen ihr terminales Ende sehr hübsch beobachten kann. Die Abgangsstelle der Abschnitte vom Mittelfelde liegt im Gestein.

Über die Lage, Form und Zahl der Samenknospen orientiert das Belegstück der Grazer Sammlung, welches ich, als ich es 1901 entdeckte, *Cycadospadix Marktanneri*[3] nom. mus. nannte. Es zeigt die rechtsseitigen Fiederabschnitte ausgebreitet und daran zahlreiche randständige kegelförmige Gebilde (Fig. 1), welche namentlich auf den mittleren Fiedern gut hervortreten. Man erhält den Eindruck, daß jedes einzelne Gebilde in einer Einsenkung steht, respektive am Grunde von einem Wulst umgeben ist. Das spricht für die Deutung als Samenknospe. Bedauerlicherweise ist das Fossil ziemlich stark mazeriert und zerdrückt. Das es sich nur um Samenknospen handeln kann, ergibt sich aus den übrigen Belegstücken mit Samen und Samennarben. Insbesondere sei zunächst hingewiesen auf die Belegstücke, welche in den Figuren 5 und 7 dargestellt sind, wo in der Richtung der Pfeile die Grübchen (Einsenkungen) zu erkennen sind; ferner auf Fig. 6a und 6b, welche ein und dasselbe Objekt in verschiedener Beleuchtung (in verschieden auffallendem Licht) darstellen. In Fig. 6b erblickt man (geringfügig vergrößert) hinter den in die Matrix eingeritzten Ringelchen am terminalen Abschnitt die mit einem Wall versehenen Grübchen, während in Fig. 6a durch die gewählte Beleuchtung die Grübchen im Fiederabschnitt samt der anschließenden Einsenkung in der Matrix plastisch erscheinen und so den Hohldruck, der durch die Samen entstand, plastisch vor Augen führen. Man ersieht daraus die eiförmige Gestalt der Samen, welche in einigen Exemplaren auch in isoliertem Zustande (Fig. 6b bei *x*) neben dem Karpophyll liegen und noch ansitzend (Fig. 6b bei *xx*) erhalten sind. Nach den scharfen Hohldrucken zu urteilen, besaßen die Samen eine derbe Samenschale. Über die durch die Figuren 2 (rechts), 3, 4 und 5 sei noch folgendes angemerkt. In Fig. 2 rechts erblicken wir auf den ausgebreiteten Fiederabschnitten an den Rändern nur die Anheftungsstellen der Samen, in Fig. 3 an den rechtsseitigen Fiederabschnitten etliche deutlich umrandete ovale Gebilde von furchiger Oberfläche,

---

[1] Ich bin sowohl dem früheren Vorstande des Geologischen Museums der Deutschen Universität in Prag, Herrn Hofrat Dr. Gustav von Laube, als auch dem gegenwärtigen Vorstande Herrn Prof. Dr. Franz Wähner zu besonderem Danke verpflichtet und erlaube mir denselben auch an dieser Stelle zum Ausdrucke zu bringen.

[2] Das ist bei gewissen Cycasarten mit ungefiederten Makrosporophyllen der Fall, siehe Hortus Malabaricus 3. Tab. 17.

[3] Dem verdienten Custos der Phytopaläontologischen Abteilung des Joanneums in Graz, meinem verehrten Freunde Dr. Gottlieb von Marktanner-Turneretscher zu Ehren so genannt. Seiner Güte verdanke ich auch die Photographie dieses Belegstückes.

vermutlich geschrumpfte Samenknospen oder unreife Samen; ähnliches auch in Fig. 4 und 5 (in beiden Figuren besonders die rechtsseitigen Fiederabschnitte). Die linksseitigen Fiederabschnitte in Fig. 4 zeigen die Ränder vollbesetzt mit Gebilden, die nur als Samen gedeutet werden können. Letztere erscheinen zugespitzt und stehen der Form nach vollständig in Einklang mit dem Bilde, welches durch die plastische Darstellung der Hohldrucke in Fig. 6a, welche von Samen in Profilstellung herrühren, gewonnen wurde, und mit den positiven Hohldrucken in Fig. 6.

Wir ersehen aus all dem, daß die kleinen Samen von Lunz eiförmige Gestalt besitzen, an der Spitze genabelt sind, mit der breiten Basis an einem umwallten Grübchen saßen und an beiden Rändern der Fiederabschnitte dicht nebeneinander gestellt sind.[1] Wie man leicht Fig. 4 und 6 entnehmen kann, sind die Samen senkrecht auf die Breitseite der Fiederabschnitte gestellt. Sie sitzen also entweder auf der Außenseite oder auf der Innenseite. Es läßt sich nach dem mir vorliegenden Materiale kaum mit Sicherheit entscheiden, auf welcher Seite des Makrosporophylles die Makrosporangien, respektive Samen angeheftet sind, weil ausschließlich von der Achse losgelöste Sporophylle erhalten sind. Auch das noch eingedrehte Sporophyll (Fig. 2 links) sichert die Entscheidung nicht. Es weist einen verdickten Rand der Abschnitte auf und läßt keine Samenknospen erkennen, so daß man wohl annehmen darf, daß sie auf der Innenseite der Abschnitte stehen. Damit ist aber nichts über die morphologische Qualität dieser Innenseite gesagt, denn sie kann sowohl die morphologische Oberseite als auch die morphologische Unterseite sein.

Wenn es erlaubt ist, aus der Einrollungsweise der einzelnen Fiedern des Makrosporophylls von *Cycas revoluta* einen Schluß zu ziehen, so käme man zu dem Ergebnis, daß die Samenknospe auf der morphologischen Unterseite stehen. Denn, wie in einem späteren Abschnitt erörtert werden wird, es rollen sich die Fiedern von *Cycas revoluta* durch verstärktes Wachstum der der Abstammungsachse zugewendeten Seite, also der morphologischen Oberseite ein. Betrachtet man aber die Insertion und Drehung der breiten ungefiederten Makrosporophylle verschiedener Cycasarten bei van Reede tot Draakenstein im Hortus Malabaricus III, Taf. 16, und in Miquel's Monographia Cycadearum, Taf. 2, so kann man auch zu der Vorstellung gelangen, daß die morphologische Oberseite die Samenknospen trägt. Man beobachtet nämlich in der Blütenknospe nach der Horizontalprojektion eine im entgegengesetzten Sinne der Uhrzeigerbewegung ansteigende Schraubenlinie als Insertionslinie der Makrosporophylle und eine Drehung letzterer in gleichem Sinne. Würde sich das einzelne Sporophyll im Sinne dieser Orientierung zu einer Düte eindrehen, so wäre die Außenseite, welche der morphologischen Unterseite entspricht, die im Wachstum geförderte Seite, die der Achse zugewendete Seite (die morphologische Oberseite) aber die Innenseite der Düte. Übertragen wir diese Vorstellung auf das die Samenknospen tragende fiederschnittige Sporophyll von Lunz, so stünden die Samenknospen auf der morphologischen Oberseite, da wir an dem eingedrehten Sporophyll in der Außenseite die morphologische Unterseite erkennen. Zur gleichen Vorstellung gelangen wir, wenn die Insertionslinie der Makrosporophylle in der Horizontalprojektion im Sinne des Uhrzeigers verlaufen würde.

Die Nervationsverhältnisse, der Leitbündelverlauf, sind besonders deutlich an den in Fig. 2 und 3, aber auch in Fig. 6 dargestellten Stücken zu erkennen. In Fig. 2 rechts sehen wir vom Blattgrunde bis zur Spitze die Breite in einer breiten Mittelpartie von dicht gestellten, anscheinend parallelen zarten Längsnerven durchzogen. Sie erweisen sich jedoch bei näherer Betrachtung als die Äste von Gabelnerven. Rechts und links von der Mittelpartie steigen die Nerven gegen die Fliederabschnitte hin

---

[1] Bei Betrachtung der Abbildung 3 unserer Tafel könnte sich ohne Kenntnis des Handstückes die Ansicht aufdrängen, es säßen auch auf der Spreite selbst in der basalen Region Samenknospen, respektive Samen. Diese Ansicht wäre unrichtig, denn die in der Photographie Samenabdrücken ähnlichen Gebilde sind nichts anderes als Luftblasen in der dünnen Leimlösung, mit welcher das Fossil vor Jahren überstrichen wurde. Auch an dem durch Fig. 7 repräsentierten Belegstück, welches ein sehr zerdrücktes Makrosporophyll darstellt, erscheinen mehrere Gebilde auf der Spreite, die an Samen erinnern können. Möglicherweise handelt es sich hier um unter der Spreite liegende Samen, die beim Einschlusse des durch Mazeration erweichten Objektes bei der Sedimentation in die Spreite eingedrückt wurden und so die Höckerbildungen verursachen.

divergierend auf, und man erkennt, daß die zart längsstreifig erscheinenden Fiederabschnitte gleichfalls von langen Gabelästen durchzogen sind, welche in den der Blattspitze näheren Abschnitten sich von den Leitbündeln der Mittelpartie ableiten, in den mittleren und unteren jedoch von den oben bezeichneten konvergierenden seitlichen Leitbündeln. Anastomosen scheinen nicht oder doch nur höchst spärlich vorzukommen. Fig. 2 und 6 bestätigen diese Ausführungen. Da die Fiederabschnitte nicht vollkommen erhalten sind, nämlich die Enden auf den vorliegenden Stücken mit deutlicher Nervatur fehlen, so läßt sich über die Randversicherung der Fiederabschnitte nichts aussagen.

2. Innere Morphologie. (Histologische Beobachtungen.)

Tafel I, Fig. 8 und 9 (Vergrößerung 100).

Wie schon früher bemerkt, besitzt das Makrosporophyll, nach dem Kohlebelag zu urteilen, knorpelige Konsistenz. Die basale Partie des Mittelfeldes ist im Vergleich zur übrigen Spreite kräftiger entwickelt. Da überdies in der zentralen Partie des Mittelfeldes reichlich Leitbündel verlaufen, war von vornherein ein gewisser Polymorphismus in der Histologie des Kohlebelages zu erwarten. Diese Erwartung wurde in der Tat durch das Ergebnis der mikroskopischen Untersuchung bestätigt.

Fig. 8 und 9 stellen in 100facher Vergrößerung verschiedene Partien aus dem mit Hilfe von Schulze'scher Mischung nach tagelanger Einwirkung (bei Zimmertemperatur) und darauf folgender kurzer Behandlung mit Ammoniak gewonnenem Mazerationspräparate dar.[1]

Ein Blick auf diese beiden Figuren lehrt uns, daß wir dünnwandige und dickwandige Elemente zu unterscheiden haben und daß außerdem auch Spaltöffnungen vorhanden sind. Von den Schließzellen des Spaltöffnungsapparates abgesehen, sind alle Elemente polygonal. Unter den dünnwandigen Zellen sind gleichseitige und gestreckte Zellen vorhanden. Sie besitzen einen geradlinigen Kontur. Wellenförmig konturierte Zellen fanden sich nicht vor. Die Wände sind oft deutlich feinporös, was besonders bei Betrachtung der Bilder mit der Lupe wahrnehmbar wird. Die gestreckten Elemente sind in der Gestalt unregelmäßiger und zum Teil auch von größeren Dimensionen als die ungestreckten. Die dickwandigen Elemente sind teils in Gruppen, teils als Gewebe entwickelt. Unter den regelmäßigen einwandigen Zellen machen manche den Eindruck von Papillen. Die Schließzellen sind sehr klein.

Da unter den rezenten Makrosporophyllen einzig und allein die Gattung *Cycas* in Betracht kommt, möge an dieser Stelle gleich das Nötige für den histologischen Vergleich angemerkt sein. Im übrigen sei auch auf die Bemerkungen zur Histologie von *Cloughtonia* im Kapitel *B* unter 1. hingewiesen.

Über die Anatomie des Makrosporophylls von *Cycas* ist in der Literatur nur sehr wenig zu finden. Die Angaben und Abbildungen beziehen sich im wesentlichen nur auf den Verlauf und die Beschaffenheit der Gefäßbündel. Die betreffenden Untersuchungen von Hugo v. Mohl[2] wurden unternommen, um die Blattnatur der »*Spadix*« zu erweisen. Auch van Tigham[3] beschränkt sich auf diese Frage, ohne in eine histologische Charakteristik des ganzen Organes näher einzugehen. Bei Mohl findet sich l. c. Seite 208 nur die Bemerkung: Das Zellgewebe des *Spadix* besteht aus dünnwandigen, parenchymatischen, etwas verlängerten Zellen, welche in ihrer Bildung nichts Auffallendes besitzen.

Eine genaue Darstellung der Histologie des Makrosporophylls habe ich in der Literatur vergeblich gesucht, denn auch die Untersuchungen von Worsdell[4] über die Sporophylle der Cycadeen bezieht

---

[1] Wegen der Mazerationsmethode verweise ich auf meine Abhandlung über die Lunzer Mikrosporophylle, Denkschrift. Akad. der Wissensch., Wien, m.-n. Kl., 94 Bd., p. 499 ff. Daselbst alle wichtige einschlägige Literatur.

[2] Mohl, H. v.: Über den Bau des Cycadeenstammes. Aus den Abhandl. der k. bayr. Akad. d. Wissensch. 1832, umgearbeitet in den »Vermischten botanischen Schriften« (Tübingen, 1845), p. 207.

[3] Tiegham, Ph. van: Anatomie comparée de la Fleur femelle et du fruit des Cycadées, des conifères et des Crétacées. Ann. sci. nat. Ser. 5, T. 10, 1869, p. 270.

[4] Worsdell, W. C.: Ann. of Botany, Vol. 12, June 1898, p. 211 bis 215.

sich auf das Gefäßbündelsystem, während die Untersuchungen von M. C. Stopes[1] über die Fortpflanzungsorgane der Cycadeen den Samenknospen und Samen gelten. Nicht einmal über die Epidermis des Cycasmakrosporophylls habe ich in der Literatur Angaben vorgefunden. Hingegen ist die Epidermis der Laubblätter von verschiedenen Autoren (Bornemann, G. Kraus, Mahlert, Nestler) beschrieben worden, zuletzt von H. Hamshaw Thomas und N. Bancroft.[2] Die Blattepidermis zeigt, wie schon Bornemann festgestellt hat, verschiedene Bautypen nach der Gestalt und Orientierung der Epidermiszellen und dem Bau des Spaltöffnungsapparates. Es ist unbekannt, ob dies auch für die Makrosporophylle gilt. Bei *Cycas revoluta* finde ich, daß die Epidermis bei Trophophyll und Makrosporophyll denselben Bau zeigt, nur die reichliche Behaarung (Wollhaare) tritt bei letzteren hinzu.[3]

Wegen des Vergleiches mit der *Haitingeria* von Lunz genügt es, darauf hinzuweisen, daß bei der letzteren die Behaarung fehlt, daß der Polymorphismus augenscheinlich reichlicher auftritt, was wohl mit dem an Masse (gegenüber dem *Cycas*-Makrosporophyll) zurücktretenden Grundgewebe und dementsprechend in den Vordergrund tretenden Stranggewebe (Leitbündel) zusammenhängt. Anpassungsformen des Hauptgewebes an das Stranggewebe ergeben sich damit von selbst. Die Epidermiszellen tragen in beiden Fällen in der Oberflächenansicht wesentlich denselben Charakter, jedoch ihre Dimensionen überragen bei *Haitingeria Krasseri* erheblich die Zellgrößen von *Cycas revoluta*.

3. Morphologische Deutung.

a) Allgemeine Erwägungen.

b) Das Makrosporophyll von *Cycas, Dioon* und *Stangeria*.

c) Die Schuppenregion des Cycadineenstammes. Hoch- und Niederblätter und die Schuppenblätter der fossilen Cycadophyten.

d) Bemerkungen über die Aphlebien der Farne.

a) Allgemeine Erwägungen.

Bei der morphologischen Deutung der als *Haitingeria Krasseri* (Schust.) bezeichneten Fossile mußten, da sie sich bisher nicht im Zusammenhange mit anderen Organen, sondern in abgelöstem Zustande (abgefallen) im Gesteine vorfanden, morphologisch verschiedenartige Gebilde in Betracht gezogen werden.

Eine Überlegung lehrt, daß es sich zunächst entweder um Blätter- oder um Flachsprosse handeln kann. Da die Vernation (Fig. 2) beobachtet wurde, fiel die Betrachtung als Flachsproß weg. Nun war zu entscheiden, ob Trophophylle oder Sporophylle vorliegen. Da an einzelnen Belegstücken Gebilde zu erkennen sind, die mit gutem Grunde als Samenknospen oder Samen zu erkennen sind, betrachtet werden müssen, womit auch die Beobachtung ihrer Ablösungsnarben und Hohldrucke im Einklang steht, so fiel die Entscheidung zugunsten der Wertung als Makrosporophylle, respektive Karpophylle aus.

Als einziges rezentes Vergleichsobjekt bot sich somit lediglich das Makrosporophyll von *Cycas*, von den alten Morphologen als »*Spadix*« bezeichnet. Da ein näheres Studium der Literatur ergab, daß sich bei *Cycas* auch Übergangsformen zwischen den verschiedenen Kategorien der Blattbildungen in der fertilen Region ausbilden, war es schon des näheren Vergleiches halber geboten, die schuppigen Nieder-, beziehungsweise Hochblätter von *Cycas* sowie ähnliche fossile Vorkommnisse in Betracht zu ziehen, die gewöhnlich als *Cycadolepis Sap.* bezeichnet werden.

In diesem Zusammenhange soll dann auch auf die nebenblattartigen Gebilde und Aphlebien der Farne reflektiert werden.

---

[1] Stopes, M. C.: Flora. Bd. 93, 1904.

[2] Thomas, H. Hamshaw and N. Bancroft: On the cuticles of some recent and fossil Cycadean fronds. Transactions Linn. Soc. London, Botany, Vol. 8, Part 5 (Decb. 1913), p. 160. Daselbst genaue Zitate.

[3] Nach Thomas (l. c. 162) zeigen Jugendstadien der Laubblätter von *Cycas circinalis* und *revoluta* die Narben von Haaren.

b) Das Makrosporophyll von Cycas und die ihm am nächsten kommenden anderer Cycadineae.

Das Makrosporophyl von *Cycas* ist stets bedeutend kleiner als das Laubblatt. Es ist stets aufrecht, sowie gestielt, und daher sind zu unterscheiden der Stiel und die Spreite.

Die Spreite ist sehr flach, entweder fiederlappig oder gezähnt, niemals, wie es scheint, ganzrandig. Sie ist bei den verschiedenen Arten bald breiter, bald schmäler, oft in eine verlängerte Spitze von verschiedener Beschaffenheit ausgezogen, der Form nach lanzetlich. Eigenartig sind die Makrosporophylle von *Cycas Siamensis,*[1] denn hier sehen wir die vom Grunde aus breite Spreite nur in der Mitte fiederschnittig, während an der Spitze ein breiter Endlappen steht, der abgestutzt erscheint, einen undeutlich zähnigen Rand besitzt und in einen medianen scharf abgesetzten Zahnfortsatz ausläuft.

Am Stiele sitzen in Einschnitten die Samenknospen (Makrosporangien) entweder in mehreren Paaren oder (bei *C. Normanbyana*) nur ein Paar. Die Samenknospen stehen, wie fast allgemein angenommen wird, je an Stelle eines Fiederblättchens, doch fehlen noch die entwicklungsgeschichtlichen Untersuchungen. Der Wall, der die Samenknospen an ihrer Basis außen umgibt, wird von Goebel[2] nicht, wie dies von manchen Autoren geschehen ist, als ein rudimentäres Fiederblättchen, sondern als eine nachträglich entstandene Wucherung aufgefaßt.

Unter den übrigen rezenten Cycadinae kommen die Zapfenschuppen der Gattung *Dioon* in der Form der Makrosporophylle *Cycas* am nächsten, denn sie sind ebenfalls flach und zeigen eine Spreitenanlage sowie an der Basis je eine (zuweilen wohl auch zwei) rudimentär gebliebene Fiedern.[3] Die Abbildung von *Dioon edule* in Goebel's Organographie, Fig. 465, stellt diese Verhältnisse sehr klar dar und zeigt auch die beträchtliche Aufschwellung des Sporophylls unterhalb der einzelnen Samenknospen. Ebenfalls eine ganzrandige Spreite und ähnliche Verhältnisse zeigt die Abbildung nach Miquel von *Encephalartos Preissii* bei Eichler (l. c. Fig. 7 *E*). Bemerkenswert ist dann noch *Encephalartos villosus Lem.,* bei welcher Art die Makrosporophylle an der Zapfenspitze Übergänge zu einem gefiederten Blatt aufweisen.[4] Fiederblättchen sind endlich, wie Goebel entwicklungsgeschichtlich nachgewiesen hat, die »Hörner« auf den im fertigen Zustande schildförmigen Schuppen von *Ceratozamia,* welche im Jugendzustande flach sind und kaum die Andeutung eines Stieles besitzen.

Ohne eine Spur von Fiedern, aber in der Form der Spreite *Dioon* und somit auch *Cycas* am nächsten stehend, sind die Makrosporophylle von *Stangeria,*[5] jenem alten Cycadineentypus, der noch die gewellten Epidermiszellen nach Art der Farne besitzt und ursprünglich auch als Farn beschrieben worden war. Ich sah im Herbar des Hofmuseums die weiblichen Zapfen von *Stangeria paradoxa Moore* an einem Exemplar aus Natal. Die verkehrt-herzförmige Spreite der gekniet-breitgestielten, zu einem kegelförmigen Zapfen (von etwa 10 *cm* Länge mit ungefähr sieben Parastichen) vereinigten Makrosporophylle, welche am Grunde holzig verdickt, im übrigen pergamentartig und behaart erscheinen, ist am Rande fein gezähnelt, sie wird von zahlreichen Längsrunzeln durchzogen, welche wohl durch die Eintrocknung des Mesophylls entstanden sind. Die Runzeln folgen dem Stranggewebe, denn sie erweisen sich bei näherer Betrachtung als gabelig, völlig entsprechend dem Verlauf der Leitbündel, wie in Worsdell[6] abgebildet hat.

---

[1] Abbildung siehe bei Stopes, M. C.: Fortpflanzungsorgane der Cycadeen. Flora. Bd. 93 (1904), p. 448, Fig. 12.

[2] Goebel, K.: Organographie der Pflanzen. Jena 1898—1901, p. 691.

[3] Goebel ibid.

[4] Thiselton Dyer, W. T.: Morpholog. Notes 3. Ann. of Botany. Vol. 15, Nr. 59, p. 548/550, Tab. 30, Fig. 1. — Auch bei Wieland, Americ. foss. Cycads, Fig. 135 auf p. 231, reproduziert.

[5] Erwähnenswert ist, daß die Makrosporophylle von Bowenia dem Typus Zamia am nächsten stehen.

[6] Worsdell, W. C.: The vascular structure of the sporophylls of the Cycadeceae. Ann. of Botany. Vol. 12. June 1898, Tab. 17, Fig. 5.

Die inhaltsreiche Abhandlung von A. Braun über die Gymnospermie der Cycadeen,[1] welche auf zahlreichen Beobachtungen basiert, behandelt auch die Vernation der Laubblätter (l. c. S. 326—329) eingehend, über die Vernation der Makrosporophylle von *Cycas* scheinen indes nähere Angaben zu fehlen. Braun (l. c. S. 349) sagt hierüber nur: Der Büschel der Fruchtblätter ist unzweifelhaft terminal, das heißt, er gehört der Achse des Stammes an und vertritt die Stelle einer Laubkrone, indem ihm in ähnlicher Weise wie dieser eine Periode von Niederblättern vorausgeht, von denen die innersten länger gestreckten allmählich der Fruchtblattbildung sich nähern. Anfangs schließen die Fruchtblätter zusammen und bilden einen dichten Kopf, später schlagen sie sich rosettenartig auseinander.[2] In der Höhle, welche die noch zusammengeneigten Fruchtblätter bilden, erscheint als fortgesetzte Entwicklung der Stammspitze bereits eine niedergedrückte kugelige Niederblattknospe, deren äußere Niederblätter nach Rheede's Darstellung an der Spitze kleine, an verkümmerte Blattspreiten erinnernde Anhänge zeigen.[3] Durch diese Knospe wird die Bildung einer neuen, dem Zentrum der weiblichen Blüte entsprossenden Laubkrone eingeleitet.

Bei Eichler[4] und bei Lotsy[5] ist die Vernation der Cycassporophylle nicht berücksichtigt. Es scheint, daß alle uns hier interessierenden Angaben der späteren Literatur aus der Braun'schen Arbeit entlehnt sind, somit eigentlich in der Hauptsache auf die von Braun zitierten Beobachtungen Rheede van Draakenstein's zurückgehen, auf welche vor Braun bereits Hugo v. Mohl[6] aufmerksam gemacht hatte, als er die von Robert Brown zuerst ausgesprochene Ansicht von der Blattnatur des Cycasspadix anatomisch begründete.

In der phytopaläontologischen Literatur wird den morphologischen Verhältnissen der rezenten *Cycadinae,* abgesehen von G. R. Wieland,[7] schon von Schimper,[8] Saporta,[9] Renault[10] und Seward[11] volle Beachtung gewidmet. Bieten jedoch kaum etwas Neues und sind bei Wieland vollkommen berücksichtigt, der wieder von Lotsy vollständig ausgeschöpft wird. Die Angaben über die Makrosporophylle von *Cycas* gehen in ihren Werken nicht über die alten Beobachtungen hinaus. Selbst Wieland berichtet über die Makrosporophylle der rezenten *Cycadinae* kaum mehr als das in Eichler's Bearbeitung Festgelegte. So sind wir denn auf neu anzustellende Beobachtungen und die Auswertung von Abbildungen der Cycas-Makrosporophylle angewiesen.

Originalabbildungen bieten Sachs,[12] Luerssen,[13] Reinke,[14] Saporta[15] und Wettstein.[16] Im übrigen genügen für die Makrosporophylle der Cycasarten und übrigen *Cycadinae* für unsere Betrachtungen

---

1 Braun, A.: Die Gymnospermie der Cycadeen. Monatschr. der Akad. der Wissensch. in Berlin für 1875 (Berlin, 1876).

2 An dieser Stelle zitiert Braun den Hortus Malabaricus 3, Taf. 16—19. Ich konnte dieses kostbare Werk in der kais. Fideikommisbibliothek in Wien einsehen.

3 Siehe Hortus Malabaricus, Taf. 17.

4 Eichler, A. W.: Cycadaceae. Engler-Prantl, Natürl. Pflanzenfam. II, 1.

5 Lotsy, J. P.: Vorträge über Botan. Stammesgeschichte, Bd. 2 (Jena 1909).

6 Mohl, H. v., Vermischte botan. Schriften, Abb. 13, p. 20.

7 Wieland, G. R.: American fossil *Cycads,* Washington 1906.

8 Schimper, W. Ph.: Traité de Paléontologie végétale, 2 (Paris 1870—1872). — Paläophytologie, p. 211 ff.

9 Saporta, G. de: Plantes jurassiques 2 und 4.

10 Renault, B.: Cours de Botanique foss. 1, p. 35 squ.

11 Seward, A. C.: The Wealden Flora 2 (London 1895).

12 Sachs, J.: Lehrbuch der Botanik, 3. Aufl., Fig. 314.

13 Luerssen, Chr.: Handbuch der System. Botanik, 2 (Leipzig 1882), p. 34, Fig. 14, Fruchtblatt, p. 35, Fig. 15, Gipfel der blühenden weiblichen Pflanze von C. revoluta Thbg.

14 Reinke, I.: Lehrbuch der allg. Botanik (Berlin 1888), p. 376. Fig. 260, C. revoluta.

15 Saporta, l. c. 2, Tab. 2 (72), Fig. 3, C. revoluta. Fig. 2 wird bei Saporta nicht bezeichnet, stellt aber C. circinalis dar und nicht, wie in den Reproduktionen dieser Figur bei Renault, Cours 1, Tab. 2, Fig. 7, und bei Schimper, Atlas zum Traité, Tab. 72, Fig. 17, erklärt wird, C. revoluta.

16 Wettstein, R. v.: Handbuch der system. Botanik, 2. Aufl., 1. Hälfte, Wien 1910, p. 380, Abb. 252, Fig. 1; C. revoluta, Fig. 2: C. circinalis. Von besonderem Interesse sind hier auch die Abbildungen der Makrosporophylle tragenden Stammspitze von C. revoluta nach Photographien von Campbell.

die Darstellungen der Fig. 7 in Eichler's Cycadaceae (l. c. S. 14), die bekanntlich auch in Wieland's American fossil Cycads (S. 217, Fig. 126) allein zur Illustration dieser Verhältnisse verwendet werden.

Es wird sich empfehlen, ehe wir daran gehen, die Vernationsform der Makrosporophylle von *Cycas* festzusellen, die Vernationsformen der Laubblätter der *Cycadinae* zu betrachten. Sie ist bereits in Braun's Abhandlung beleuchtet[1] und für *Cycas*, wie dieser Autor bemerkt, schon von Rheede[2] beschrieben und abgebildet worden. Am kürzesten und übersichtlichsten hat Eichler[3] die Verhältnisse dargestellt. Es gilt folgendäs:

1. Primäre und secundere Abschnitte eingekrümmt: *Bowenia.*
2. Rhachis gerade, Fiedern eingerollt: *Cycas.*
3. Rhachis eingebogen oder schwach gerollt, Fiedern gerade: *Stangeria* (Fiedern scharf eingeschlagen), *Zamia,*[4] *Ceratozamia, Dioon.*
4. Rachis gerade, Fiedern gerade: *Eucephalartos, Macrozai.*

Welcher dieser Vernationsweisen folgen nun die Makrosporophylle von *Cycas?* Nach ihrem morphologischen Aussehen ist wohl vorauszusehen, daß sie sich danach in verschiedener Weise verhalten werden.

Am *Cycas*-Makrosporophyll können wir Stiel und Spreite unterscheiden. Die Gliederung der Spreite läßt zwei Hauptausbildungsformen[5] erkennen, nämlich:

1. Spreite mit langen Fiederlappen: Typus *C. revoluta.*
2. Spreite zähnig: Typus *C. Normanbyana.* Hierher zählen auch jene Arten, bei welchen die Zähne ohneweiters als sehr kurze Fiedern zu erkennen sind, wie bei *C. circinalis.*

Bei der ersten Makrosporophyllgruppe dürfen wir den Eichler'schen Vernationaltypus 2 der Laubblätter: Rhachis gerade, Fiedern eingerollt, erwarten. Bei der Gruppe 2 ist er von vornherein ausgeschlossen.

Vergleichen wir die bereits zitierten Abbildungen der Makrosporophylle von *C. revoluta* bei Sachs, Luerssen, Reinke und Wettstein, so finden wir in allen vier Darstellungen die Fiederlappen mannigfach gekrümmt, ihre Spitzen weisen nach verschiedenen Richtungen, stehen also in ungleichen Entfaltungszuständen. Speziell die Fig. 314 bei Sachs ist lehrreich. Hier sehen wir links vier Fiederlappen stark wellig eingekrümmt. Die schöne Abbildung (Fig. 13) des Gipfels der weiblichen Pflanze von *C. revoluta* bei Luerssen zeigt uns die langgestreckten pfriemlichen Niederblätter und dann ein scheinbar wirres Durcheinander der Fiederabschnitte. Man erkennt aber, daß die Fiedern von der morphologischen Oberseite des Blattes her eingerollt oder eingekrümmt sein müssen und daß auch die terminalen Fiedern sich den anderen gleich verhalten. Zudem haben die Makrosporophylle die Tendenz, sich epinastisch auszubreiten. Die Photographien von Campbell bei Wettstein zeigen diese Verhältnisse noch klarer. In seiner Abbildung 250 sind die Fiedern der Mehrzahl der Makrosporophylle noch deutlich eingerollt. In seiner Fig. 251 sehen wir dieselben Verhältnisse, wie in der Luerssen'schen Abbildung, jedoch mannigfaltiger, denn neben der Mitte links stehen einige unentwickelte Makrosporophylle mit noch stark eingerollten Fiederlappen. Man erkennt auch an diesem Entwicklungsstadium, daß die Einrollung der Fiederlappen von der Stammachse zugekehrten Seite aus gegen die Peripherie erfolgt, also von der morphologischen Oberseite aus! Die entfalteteren Makrosporophylle gleichen einer sich öffnenden Faust. Von den übrigen Cycasarten kenne ich nur

[1] Braun, A., l. c. p. 326. Ibid. Anm. wird die Ähnlichkeit einer bereits ausgestreckten Fieder von Angiopteris, deren Fiederchen noch aufgerollt sind, mit einem jungen, in der Aufrollung begriffenen Laubblatt von Cycas besonders hervorgehoben.

[2] Hortus Malabaricus, 3 (1826), Tab. 15.

[3] Eichler, A. W.: *Cycadaceae*, l. c., p. 9.

[4] In diese Gruppe gehören, wie Wieland (l. c., p. 210) zu entnehmen ist, auch die Beblätterungen von Cycadeoidea und Cycadella. Von der rezenten Mikrocycas scheint die Vernation nicht bekannt zu sein.

[5] Cycas-Makrosporophylle mit ganzrandiger Spreite sind nicht bekannt

die Abbildungen der weiblichen Blüte von *C. angulata* in Miquels Monographie[1] und von *C. circinalis* in den Zippel'schen[2] Wandtafeln. *Cycas angulata* hat eine nur gezähnte Makrosporophyllspreite. In beiden Fällen sind die Spreiten mangels von Fiederlappen gestreckt und es zeigt sich nur eine Ablenkung im Sinne der steilen Orthostichen in Form einer Drehung der Spreite nach rechts vom Insertionspunkt des Makrosporophylls. Auf Tafel 17 im *Hortus Malabaricus* sieht man auch Cycas-Makrosporophylle mit eingeschlagener Spitze dargestellt.

Eine dütenförmige Eindrehung kommt unter den Vernationsformen der Cycas-Makrosporophylle nicht vor!

c) Die Schuppenregion des Cycadineenstammes.

Hoch- und Niederblätter und die Schuppenblätter der fossilen Cycadopyten.

Der Stamm der Cycadineen trägt zweierlei typische Kategorien von Blättern. Die Laubblätter (Trophophylle) und die Sporophylle, welche durchaus aus terminalen Knospen[3] hervorgehen. Letzteren gehen stets Schuppenblätter voraus, die wir demgemäß teils als Niederblätter, teils als Hochblätter zu betrachten haben,. denn bekanntlich bezeichnet man die unterhalb der Laubblattregion am Sproß auftretenden Schuppen als Niederblätter, die oberhalb der Laubblattregion am Sproß stehenden aber als Hochblätter. Sie gleichen einander und werden deshalb bei den Cycadineen allgemein, wenn auch nicht korrekt, kurzweg als Niederblätter beschrieben.

Die Niederblätter der Cycadineen, insbesondere von *Cycas*.

Eichler[4] erklärt ganz allgemein die Niederblätter der Cycadineen als nichts anderes als Laubblätter, deren Spreite frühzeitig verkümmert und welche sich demzufolge auch im Scheidenteil schwächer ausgebildet haben.[5] Im allgemeinen repräsentieren sie sich als dreieckige, meist lang zugespitzt, außen oft zottig-filzige Schuppen. Bei *Ceratozamia* weisen sie gleich dem Scheidenteil der Laubblätter nebenblattartige Zähne auf. Konsistenz und Dauerhaftigkeit der Schuppen ist verschieden. Bei einigen Gattungen sind sie dick, hartfleischig und mit Ausnahme der bald vertrocknenden Spitze persistent *(Cycas, Encephalartos, Lepidozamia, Ceratozamia),* bei anderen besitzen sie derbe, lederige oder häutige Konsistenz *(Zamia, Stangeria).* Die Niederblätter können früher oder später gleich den Blattbasen, mit welchen sie den Panzer des Cycadineenstammes bilden, durch sukzessive Peridermbildung verschwinden, so daß sie nur ihre rautenförmigen Narben hinterlassen, bis schließlich im späten Alter durch fortgesetzte Peridermbildung auch diese abgestoßen werden (selbst

---

[1] Miquel, F. A. W.: Monographia Cycadearum (Utrecht 1842), Taf. 2, Fig. D.

[2] Zippel, H., und Bollmann, K.: Ausländische Kulturpflanzen, 2. Abt., Taf. 5, Fig. 4.

[3] Bei den weiblichen *Cycas* ist es vollkommen klar, daß es sich um terminale Knospen handelt. Der Stamm ist ein Monopodium. Für die zapfentragenden Cycadineen (männliche *Cycas* und alle anderen Gattungen) hat Solms durch seine Studien über die Sproßfolge (Botan. Zeitung 1890) den Nachweis erbracht, daß die Stämme Sympodien sind und die einzelnen Komponenten mit Zapfen abschließen.

[4] Eichler A. W., *Cycadaceae,* l. c., p. 7, Luerssen, l. c., p. 15. Siehe auch Seward A. C., Wealden, Plants 2, p. 94/95.

[5] Wie man sich die morphologische Entstehung der Niederblätter der Cycadineen speziell vorzustellen hat, wurde von Potonié schon in seiner Abhandlung über die Wechselzonenbildung der Sigillariaceen (Jahrb. der Geolog. Landesanst. in Berlin für 1893) und zuletzt auch in seinen »Grundlinien der Pflanzenmorphologie im Lichte der Paläontologie« (Jena 1912, p. 220) dargelegt. Danach haben sich während des Eintrittes jährlichen periodischen Witterungswechsels die engnarbigen Zonen vererbbar gefestigt, die Mechanomorphose ist in eine Automorphose übergegangen. Die Auffassung der Niederblätter als metamorphosierte Laubblätter ist auch experimentell begründbar, da man ihre Anlagen zur Ausgestaltung als Laubblätter veranlassen kann, wie Goebel's Untersuchungen zur Morphologie und Physiologie des Blattes (Botan. Zeitung 1880) lehren.

bei *Cycas!*) und die Stammoberfläche eine unregelmäßige, schwammig korkige, etwas rissige Beschaffenheit erlangt.[1]

Bei *Cycas* gehen dem ersten Laubblatte zahlreiche Niederblätter voraus. Den Makrosporophyllen gehen gleichfalls Niederblätter voraus, von denen die innersten, länger gestreckten sich allmälich den Makrosporophyllen in der Form nähern. Die untersten als Makrosporophylle erkennbaren Blätter sind steril und können nach Eichler,[2] wenn man will, als Andeutung einer Blütenhülle angesehen werden. Auch die im Zentrum der Makrosporophyllregion an der die Blüte durchwachsenden Achse sich entwickelnde Laubknospe ist von Niederblättern umgeben. Die äußersten zeigen Anhänge, die an verkümmerte Blattspreiten erinnern.[3]

Die Schuppenblätter der fossilen Cycadophiten.

Wir sind darüber nur sehr mangelhaft unterrichtet. Nur wenige Ausführungen sind im Interesse unserer Betrachtungen über *Haitingeria* erforderlich.

Alle Reste, welche als Schuppenblätter (im Sinne von Niederblättern wie bei den Cycadineen) gedeutet worden sind, hat Saporta als *Cycadolepis*[4] zusammengefaßt. Seward[5] hat sie später in *Dory-Cycadolepis* und *Eury-Cycadolepis* geschieden.

Dory-Cycadolepis Sew. umfaßt die mehr oder weniger lineal-lanzetlichen, *Eury-Cycadolepis* Sew. hingegen die breitovalen oder kreisrunden Schuppen. Am häufigsten wurden die *Dory-Cycadolepis* gefunden. Man kennt *Cycadolepis* von der Trias bis in die Kreide, zum Teil auch an Stämmen, so die kleinen Schuppen von Zamites distans, die langen linealen von *Zamites gigas* und *Cycadeoidea*. Die meisten Schuppen sind in isoliertem Zustande oder an geringfügigen Stammoberflächen erhalten. Manche erinnern, obgleich ihre Zugehörigkeit zu Cycadophyten unzweifelhaft ist, an die Spatha gewisser Monokotyledonen.

Nach dem Habitus mußte bei *Haitingeria* auch an eine Übergangsbildung von einem *Eury-Cycadolepis* zu einem gefiederten Laubblatt gedacht werden. Wie im Teil *B* der vorliegenden Abhandlung (Die fossilen Vergleichsobjekte) gezeigt werden wird, liegt in der *Cloughtonia rugosa* Halle aus dem Dogger Englands tatsächlich ein in diesem Sinne deutbares, recht ähnliches, aber verschiedenes Fossil vor, auf dessen Besprechung ich verweise.

Wie die Existenz steriler Makrosporophylle bei *Cycas*, welche auf die Schuppenblätter folgen, und die *Cloughtonia* zeigen, mußte bei der Deutung der *Haitingeria* die Niederblattregion der Cycadophyten betrachtet werden. Es ist nun gerade wegen der Existenz von *Cloughtonia* auch notwendig, einige Betrachtungen über die Nebenblätter und Aphlebien der Farne hinzuzufügen.

---

[1] Solms, H. Graf zu, Die Sproßfolge der *Stangeria* und der übrigen Cycadeen. Botan. Zeitung 1890, p. 228.

[2] Eichler A. W., Blütendiagramme 1 (1875), p. 56.

[3] Neuere Beobachtungen scheinen zu fehlen. Ich entnehme die Angaben der im vorigen Abschnitt zitierten Abhandlung von Braun über die Gymnospermie der Cycadeen (Berliner Monatsberichte für 1875, p. 349). Braun beruft sich auf Van Rheede tot Draakenstein's Abbildungen im Hortus Malabaricus 3, Taf. 16 bis 19. Miquel's Monographia Cycadearum enthält im Text nichts über die Niederblätter. Gewöhnlich wird angegeben, daß schroffer regelmäßiger Wechsel zwischen Nieder- und Laubblättern, ohne Übergangsformen stattfinde, da Zwischenformen mit rudimentärer Laubspreite an der Spitze nur sehr selten gefunden werden (zum Beispiel Luerssen Handb. der system. Botanik, 2. Band, 1882, p. 16). Diese Angabe ist wohl hauptsächlich durch die Beobachtung des durch die Niederblätter bedingten regelmäßigen Wechsels kleinnarbigen und großnarbigen Zonen (Schuppenzonen und Laubblattzonen) an den Stämmen (gleichfalls schon im Hortus Malabaricus dargestellt!) verursacht. Bei einigen Arten von *Macrozamia* finden sich indes nach Eichler *(Cycadaceae)* keine Niederblätter, daher auch keine Wechselzonen.

[4] *Cycadolepis* Sap. Die Diagnose siehe in Saporta's Plantes jurassiques 2 (1875), p. 200.

[5] Seward A. C., The Wealden Flora 2 (1895), p. 96 bis 101.

d) Die nebenblattartigen Gebilde und die Aphlebien der Farne.

Unter den *Filicinae* trifft man nur bei den *Marattiales* nebenblattartige Gebilde an, welche nach den vorliegenden Untersuchungen als Bildungen aufzufassen sind, die den fertilen Blattabschnitten der *Ophioglossales* entsprechen.[1] Sie sind für sämtliche erwachsene *Marattiales* charakteristisch. Gewöhnlich sind sie dick, fleischig, am Rande meist grob gesägt oder gekerbt. Sie überdauern mit der Lamina des Blattes Stiel und Lamina lange und werden von einem anastomosierenden Netzwerk von Leitbündeln durchzogen.[2]

Gerade der Umstand, daß diese Bildungen bisweilen sporentragende Blattlappen bilden können, ist für uns von Wichtigkeit, denn in diesem Zustande besitzen sie eine Gestaltung, auf welche bei der Bestimmung unserer *Haitingeria* Rücksicht genommen werden mußte. Von Interesse ist diese Ähnlichkeit jedenfalls, vielleicht besitzt sie auch phylogenetische Bedeutung. Das können erst spätere Untersuchungen an geeignetem fossilem und rezentem Materiale lehren. Jedenfalls gehört aber die *Haitingeria* von Lunz nicht den *Marattiales* an, wie aus der eingehenden Bearbeitung erhellt.

Auch mit den Aphlebien der Farne hat die *Haitingeria* nichts zu tun. Sie mußten in Betracht gezogen werden, da sie abfällige Organe sind und vielfach auch fiederschnittige Organe darstellen. Durch die zusammenfassende Bearbeitung der Aphlebien von Stur[3] und von Potonié[4] konnten sie leicht überblickt werden. Am ähnlichsten sind gewisse *Rhacopteris,* wie sie unter anderen an der karbonischen Pecopteris plumosa an den Hauptspindeln beobachtet wurden.

Da die Aphlebien nach Potonié morphologisch als Primärfiedern betrachtet werden müssen, besitzt vielleicht auch diese Ähnlichkeit eine gewisse phylogenetische Bedeutung.

Unsere Betrachtungen führen somit zu folgenden Ergebnissen:

1. *Haitingeria* ist ein Makrosporophyll, morphologisch vergleichbar mit dem Cycas-Makrosporophyl, jedoch sui generis schon wegen der zahlreichen, an den Rändern der Fieberabschnitte befestigten Samenknospen.

2. Die rezenten Cycasarten mit deutlich fiderlappigen (gefiederten) Makrosporophyllen folgen einer anderen Vernation (siehe Abschnitt 1) als *H. Krasseri,* denn die Fiederlappen sind eingerollt, die Spreite selbst bleibt gerade.

3. Die nicht fiederlappigen (ungefiederten) Cycas-Makrosporophylle zeigen nur eine Drehung der Spreite nach rechts vom Insertionspunkt.

4. Die dütenförmige Eindrehung der fiederlappigen *Haitingeria Krasseri* ist sonach für dieses Triasfossil charakteristisch.

III. Die übrigen zu Haitingeria gestellten Arten.

Da die in der Enumeration eingangs der vorliegenden Abhandlung außer *H. Krasseri* (Schust.) noch angeführten *H. Rajmahalensis* (Wiel.) und *H. Zeilleri* F. Krasser zu den der Lunzer Art nächststehenden fossilen Vergleichsobjekten gehören, möge an dieser Stelle bloß auf die eingehende Bearbeitung derselben im Kapitel B unter 2. und 3. verwiesen werden.

---

[1] Wettstein, siehe Handb. der system. Botanik, 2. Auflage, 1. Hälfte, p. 326.

[2] Ritter C., *Marattiales* in Engler-Prantl's Natürl. Pflanzenfam. 1, Abt. 4, p. 429.

[3] Stur D., Die Kulmflora der Ostrauer und Waldenburger Sch., Abh. der Geolog. Reichsanst. in Wien, Bd. 8, Heft 2 (1877).

[4] Potonié H., Pflanzenmorphologie (1912), p. 14, 126.

B. Die fossilen Vergleichsobjekte.

Vorbemerkung.

Auf der Suche nach Vergleichsobjekten waren in erster Linie die Triasfloren von Neuewelt bei Basel,[1] von Virginien,[2] Maryland, North-Carolina und Pennsylvanien[3] sowie benachbarter Gebiete durchzusehen.

In diesen Floren werden allerdings einige Reste aus der fertilen Region beschrieben, doch besitzen sie in allen Fällen einen anderen Habitus als *Haitingeria,* zum Teile sind sie höchst problematischer Natur[4].

Brauchbare Vergleichsobjekte ergab nur die fossile Flora von Tonking[5] und die Flora fossilis indica.[6]

Wenn wir die gesamten als Makrosporophylle fossiler Cycadophyten betrachteten Reste und die Problematica, welche damit in Beziehung gebracht wurden, überblicken, so gelangen wir zu dem Ergebnisse, daß mit *Haitingeria* in erster Linie zu vergleichen sind:

1. *Clougthonia* Halle (Dogger von England).

2. *Williamsonia? rajmahalensis* Wiel. (Rhät-Lias von Indien). Diese Reste betrachte ich, wie die weiteren Ausführungen erweisen werden, als eine *Haitingeria* und bezeichne sie somit als *Haitingeria rajmahalensis* (Wiel.) F. Krasser.

3. Echantillon problematique Zeiller (Rhät von Tonking) und die von Zeiller hiezu namhaft gemachten Vergleichsobjekte im skandinavischen Rhät, von mir in dieser Arbeit als *Haitingeria Zeiller* bezeichnet.

Ferner zeigen manche der von verschiedenen Autoren als *Cycadospadix* beschriebenen Reste in charakteristischen Merkmalen Übereinstimmung mit *Haitingeria.* Unsere Betrachtungen sind daher auch auf die Arten von *Cycadospadix* Schimp. (Perm bis Kreide) auszudehnen. Schließlich muß auch *Cycadocarpidium Erdmanni* Nath. (Rhät), *Noeggerathia* Sternb. (Karbon) und *Propalmophyllum* Lign. (Lias) besprochen werden.

In der angegebenen Reihenfolge mögen sie nun näherer Betrachtung unterzogen werden.

---

[1] Heer O., Flora fossilis Helvetiae, die vorweltliche Flora der Schweiz. Zürich 1876/77. Die 2. Lieferung, welche die fossile Flora von Neuewelt enthält, erschien nach Maloizel (Oswald Heer. Bibliographie, p. 42, Stockholm 1887) gleich der 1. Lieferung bereits 1876. Am Umschlag der 1. Lieferung steht 1877.

Leuthardt F., Die Keuperflora der Neuewelt bei Basel. I. Teil: Phanerogamen. Abhandl. der Schweiz. Paläontolog. Gesellsch., Vol. XXX, Zürich 1903.

[2] Fontaine W. M., Contrib. to the knowledge of the Older Mesozoic Flora of Virginia. U. S. Geol. Surv. Monogr. VI. Washington 1883.

[3] Ward L. F., Status of the Mesozoic Floras of the United States. First paper: The Older Mesozoic. U. S. Geol. Surv. Twentieth Annual Report 1898/99: Part II, Washington 1900, p. 218 (Virginien), p. 255 (Maryland), p. 266 (Pennsylvanien),

[4] Wenigstens einige Bemerkungen hierüber seien hier angebracht. Aus der Flora von Neuewelt hat schon Heer, l. c. p. 83/84, Makrosporophylle beschrieben und abgebildet (l. c. Taf. 36, Fig. 6), die wir im Abschnitte *Cycadospadix* näher betrachten wollen. Höchst proplematischer Natur ist *Zamiostrobus virginiana* Font. Man vergleiche die Abbildung bei Ward, (l. c., p. 301, Taf. 43, Fig. 2). Es handelt sich vermutlich um die Stammoberfläche eines schmalen Cycadophytenstammes und nicht um das Fragment der Oberfläche eines Zapfens. Fontaine räumt übrigens selbst diese Möglichkeit ein.

[5] Zeiller R., Flore fossile des gîtes de charbon du Tonkin. Text (Paris 1903), p. 225/226; Atlas (Paris 1902), Taf. I. Fig. 20, 20 a.

[6] Feistmantel O., in Palaeontologia indicia, Ser. II, 2: Jurassic (Liassic) Flora of the Rajmahal Group, p. 79, Taf. XXXIX, Fig. 5, 5 a und Tafelerklärung.

1. Cloughtonia Halle.

Aus den Middle Estuarine shales von Cloughton Wyke an der Küste von Yorkshire hat zuerst Nathorst[1] jenes Fossil erwähnt, daß nun vor einigen Jahren Halle[2] auf Grund eines von ihm vermehrten Materiales genau untersuchen konnte und als *Cloughtonia rugosa* nov. gen. et. sp. beschrieben hat.

Während Nathorst seinerzeit auf die habituelle Ähnlichkeit mit einer *Gangamopteris* hingewiesen hatte, haben die Untersuchungen von Halle ergeben, daß es sich um ein noch nicht ganz sicher deutbares Fossil handelt, welches weder zu *Cycadolepis* Sap. gehören kann, noch zu den Aphlebien. Die Untersuchung des Kohlebelages lehrte, daß die Epidermis beider Blattseiten aus kleinen, geradlinig konturierten, dickwandigen Zellen besteht und keine Spaltöffnungen besitzt. Der Mangel der Spaltöffnungen beweißt, daß es sich weder um Laubblätter von Farnen noch von Samenpflanzen handeln kann. Wahrscheinlicher ist es, daß es sich um ein Schuppenblatt oder irgend ein Blattorgan aus derBlütenregion (»some foliar organs of the floral region«) einer Samenpflanze handelt, wofür auch die Gestalt und die dünne Spreite sprechen. Die regelmäßige Form der Spreite mit ihrem blattstielartig zusammengezogenen Grunde und der scharf markierte Rand der spitz zulaufenden Spreite widersprechen der Deutung als Farnnebenblätter (Aphlebien).

Halle bezweckt mit seiner Publikation insbesondere die Aufmerksamkeit darauf zu lenken, daß diese Objekte nach ihrer Struktur möglicherweise dem Blütenapparat der höchsten Gymnospermen angehören und vielleicht gewissermaßen Vorläufer der Petalen der Angiospermen seien.

Die Diagnose von *Cloughtonia rugosa* Halle nov. gen. et sp. lautet:

Blatt eirund oder spatelförmig, mit abgestumpft zugespitztem Scheitel und zusammengezogener Basis. Rand ganz. Nerven gabelnd, vom Grund ausstrahlend und dem mittleren Teile des Blattes. Der mittlere Teil des Blattes, ausgenommen die oberste Partie, mehr oder weniger kräftig runzelig. Epidermis an beiden Seiten ähnlich, aus kleinen, rektangulären, dickwandigen Zellen bestehend, ohne Spaltöffnungen.

Der *Cloughtonia* ähnliche Gebilde wurden von Fontaine in Ward's Status of Mesozoic Floras of the United States II (U. S. Gol. Surv. Monogr. Vol. 48, 1905, p. 119, tab. 29, fig. 8, 6, 12) aus der Juraflora von Oregon als Schuppen zu Williamsonien gestellt, von Seward (Fossil Flora of Cape Colony. Ann. South African Museum, Vol. V. 4. part I, 1903, p. 28, tab. 4, fig. 3 bis 6 und Jurassic Flora of Sutherland; Transact. Roy. Soc. Edinburgh, vol. 47, part 4, No. 23, 1911, p. 674) zu *Cycadolepis* Sap.

Die Ähnlichkeit der *Haitingeria* mit *Cloughtonia* besteht in der Umrißform und der Größe sowie in der Nervatur und in der Struktur der Epidermis. Während aber *Cloughtonia* eine ungegliederte Spreite besitzt, ist die Spreite von *Haitingeria* fliederschnittig. Ihr scharfer Rand zeigt, daß er dazu bestimmt ist, Samenknospen zu produzieren. Die naturgemäße Entwicklung der bei *Haitingeria* und *Cloughtonia* im Typus gleichartigen Nervatur bedingt bei *Cloughtonia* insoferne eine Abweichung, als die ungeteilte Spreite (Halle, 1. c., Taf. I, Fig. 7, und Taf. II, Fig. 2) die Gabeläste der Nerven am Rande sammelt.

Die Epidermiszellen sind bei *Haitingeria* vielfach etwas größer und anscheinend polymorpher als bei *Cloughtonia*, dazu kommt, daß *Haitingeria* auch Spaltöffnungen im Gegensatze zu *Cloughtonia* besitzt.

---

[1] Nathorst A. G., Berättelse, afgiven till Kongl. Vetensk.-Akad., om en med understöd af allmänna medel utford vetenskapligresa till England, Öfvers. K. Vetenskapsakad. Förhandlingar 1880, No. 5, Stockholm.

[2] Halle Th. G., Cloughtonia, a problematic fossil from the Yorkshire Oolithe. Arkiv för Botanik, Bd. 10, No. 14, Juli 1901. Diagnose p. 2.

2. Haitingeria Rajmahalensis (Wiel.) F. Krasser.

Ottokar Feistmantel[1] hat diesen interessanten Rest aus der Juraflora Indiens durch Abbildung bekannt gemacht, aber nicht näher beschrieben. Seine Ansicht über die Natur dieses Restes hat er eigentlich nur in der Tafelerklärung ausgedrückt durch die Worte: Inflorescence or tructification o Cycdeous plants. A peculiar specimen; but I do not think, that it can be placed elsewhere than to the Cycadaceas.

Im Text fertigt er diesen eigenartigen Pflanzenrest zusammen mit einigen Zapfenfragmenten sehr kurz ab, indem er sie schlechtweg als zapfenähnliche Früchte bezeichnet, die mit Sicherheit zu bestimmen schwierig sei. Mit den Cycadeen bringt er sie in Zusammenhang, weil sie damit vergesellschaftet vorkommen.

Wieland[2] führt in seiner »List of staminate whorl an disc species of Williamsonia and related forms« dafür die Bezeichnung *Williamsonia Rajmahalensis* Wiel. sp. ein. Er fügt als Charakteristik bei: Short whorl of (64) small elongate staminate scales or staminophylles. Dazu bietet er auch eine Skizze nach der Feistmantel'schen Abbildung, welche den Rest seiner Auffassung entsprechend gewissermaßen restauriert darstellt. Während also Feistmantel den Rest als einen weiblichen Blütenstand oder eine Fruktifikation ansieht, erblickt Wieland darin einen männlichen Wirtel.

Die Möglichkeit der Auffassung Wieland's sei ohneweiters zugegeben, doch kann das Gebilde ohne Zwang als ein fiederschnittiges Makrosporophyll aufgefaßt werden, analog der *Haitingeria* der Lunzer Schichten, nur mit tiefen Einschnitten. Nach der Feistmantel'schen Figur tragen die Segmente randständige Gruben in dichtiger Anordnung, die ich als die Insertionen der Samen auffasse. Eine Nachuntersuchung und photographische Darstellung des Restes bei verschieden orientiertem Lichteinfall würden sicherlich die Natur dieses interessanten Fossiles klären. Ich stehe nicht an, es als *Haitingeria Rajmahalensis* (Wiel.) F. Krasser zu bezeichnen.

3. Haitingeria Zeilleri F. Krasser.

Taf. I. Fig. 11, 11a (Kopie nach Zeiller).

Schon in einer seiner ersten Abhandlungen über die fossile Flora von Tonkin[3] und dann ausführlicher in seinem großen Werke[4] über dieselbe hat Zeiller die Aufmerksamkeit auf bandartige Achsenbruchstücke mit randständigen eiförmigen Gebilden gelenkt, die er mit den im vorhergehenden Abschnitte der vorliegenden Abhandlung besprochenen Resten aus den Rajmahalschichten von Bindrabun in Indien[5] vergleicht, aber auch mit jenen bei den Coniferen untergebrachten Carpolithen, welche Nathorst[6] von Pålsjö bekannt gemacht hat.

Die ausführliche Beschreibung Zeiller's (Tonkin, p. 225) lautet auszugsweise: Bruchstücke von leicht gewundenen Achsen, welche ungefähr 3·6 *mm* breit sind und zwei genäherte Längsreihen kleiner eiförmiger Körper von 2·5 bis 3 *mm* Länge bei 1·5 bis 2 *mm* Breite tragen, die bald aneinander grenzen, bald um 0·5 bis 1 *mm* voneinander abstehen. Des weiteren führt Zeiller aus: Jedem von ihnen entspricht an der Achse, an welcher sie befestigt sind, eine elliptische, mehr oder

---

[1] Feistmantel O., Jurassic (Liassic) Flora of the Rajmahal Group in the Rajmahal Hills. Palaeontologia indica: Ser. II (2), p. 79 et Tab. XXXIX, Fig. 5, 5 a. Auch die Tafelerklärung.

[2] Wieland G. R., On the Williamsonian tribe. Amer. Journ. of sci. vol. XXXII, Decb. 1911, p. 461, Fig. 17 d.

[3] Zeiller R., Notes sur les empreintes végétales recueillies par M. Jourdy au Tonkin. Bull. soc. géol. de France, 3 e sér., T. XV (1886), p. 401, Tab. 25, Fig. 5.

[4] Zeiller R., Flore fossile des gîtes de charbon du Tonkin. Paris, Texte 1903 (p. 225/226), Atlas 1902 (tab. LI Fig. 20, 20 a).

[5] *Haitingeria Rajmahalensis:* diese Abhandlung, p. 16.

[6] Nathorst A. G., Bidrag till Sveriges foss. Flora. Stockholm 1876, p. 60, Tab. XV, Fig. 14 bis 16.
Beiträge zur fossilen Flora Schwedens. Stuttgart 1878, p. 27, Tab. XV, Fig. 14 bis 16.

weniger tiefe Einsenkung, die in ihrem Umfang derart abgegrenzt ist, daß es nicht zulässig erscheint, daß sie von einem Blattorgan verursacht ist. Die Vermutung, es könnte sich um Achsen mit Schuppen, etwa nach Analogie von Pagiophyllum oder Brachyphyllum handeln, weist Zeiller ab. Die zweizeilige Anordnung spricht überhaupt gegen die Deutung als beblätterte Coniferenachsen. Schließlich erklärt Zeiller (l. c. p. 226): Ich möchte vielmehr glauben, es handle sich um mehr oder weniger rasch abfällige Reproduktionsorgane, wahrscheinlicherweise mit kleinen Samen, die zum Teile dabeiliegen, und zum anderen Teile an einer mit leichten Einkerbungen versehenen Achse an einer Stelle in diesen Einkerbungen eingefügt, eine Anordnung von der Art zeigen, welche mit der der Samen von *Cycas* längs der Achse des Carpophylls vergleichbar ist. Vielleicht handle es sich hier um wirkliche Karpophylle von Cycadeen, deren terminale sterile Spreite nicht erhalten ist. Zeiller möchte indes diese Deutung lediglich als eine Konjunkturalinterpretation angesehen wissen.

Der Vergleich der Fig. 11 und 11 a (Reproduktion nach Zeiller) mit den Figuren 1 bis 7 unserer Tafel lehrt, daß eine so beträchtliche habituelle Übereinstimmung zwischen dem Fossil von Tonkin und den Segmenten unserer *Haitingeria* auch in den Breitedimensionen besteht, daß der Annahme, es handle sich um Fragmente solcher Fiederabschnitte eines Makrosporophylles nichts im Wege steht. Wir wissen allerdings nichts näheres über die Spreite. Es bestehen insbesondere zwei Möglichkeiten. Entweder hatte der in Rede stehende Rest von Tonkin, den wir als *Haitingeria Zeilleri* bezeichnen wollen, den Habitus von *H. Krasseri* (Schust.), das heißt ein spreitiges Mittelfeld, oder er war nach Art von *H. Rajmahalensis* gebildet, das heißt, er repräsentiert ein handförmig fiederlappiges Makrosporophyll, besitzt also nur ein in geringem Maße ausgebildetes Mittelfeld. Glückliche Funde allein vermögen hierin Klarheit zu schaffen.

Die Samen der *H. Zeilleri* entsprechen habituell, wenngleich sie geringere Dimensionen aufweisen, den Samen von *Williamsonia*-Arten[1], widersprechen zumindest nicht dem Cycadophytentypus.

Eine gewisse Ähnlichkeit besteht unleugbar zwischen *H. Rajmahalensis, H. Zeilleri* und dem von Nathorst als *Carpolithes* sp. l. c. beschriebenen und abgebildeten Pflanzenresten von Palsjö, die er für einen Fruchtstand hält, welcher wohl in die Familie der Taxineen, vielleicht sogar zu *Podocarpus* selbst, gehören kann. Diese Ansicht ist vollkommen berechtigt. Die Samen sind, wie es scheint, dicht schraubig um eine Achse gestellt. Die Ähnlichkeit mit den Haitingerien beruht wesentlich auf seinem fragmentarischen Zustand. Die Achsenbruchstücke mit Einkerbungen, in welchen Samen sitzen, bedingen die Ähnlichkeit. Die dicht schraubige Anordnung — mindestens sind nach den Abbildungen nicht bloß randständige Samen vorhanden — scheidet sie. Ganz von der Hand zu weisen ist indessen die Ansicht nicht, daß diese Carpolithee sp. aus dem Rhät von Pålsjö den Cycadophyten zuzuweisen wären, da wir bei *Westersheimia*[2] aus den triassischen Lunzer Schichten ähnliche, wenn auch kurze Zapfen finden.

4. **Cycadospadix** Schimp.

Squamae longe petiolatae, ovato-lanceolatae vel irregulares, dentatae vel laciniatae, laciniis rigtdis vel flexuosis; petioli lateribus cicatricibus seminum insertionem indicantibus notatis.

1870. Schimper, W. Ph. Traité de Paléontologie végétale, vol. 2, pag. 207.

1874. Saporta, G. Marquis de: Plantes Jurassiques de la France, vol. 2, pag. 214; vol. 4, pag. 464 (1891).

1879. Nathorst, A. G. Floran vid Bjuf. Andra Hälftet, (Stockholm 1879), pag. 79.

---

[1] Man vergleiche zum Beispiel Taf. II, Fig. 7, 8, 9 und p. 17 in meiner Abhandlung: *Williamsonia* in Sardinien (Sitzungsber. der kais. Akad. der Wissensch. in Wien, mathem.-naturw. Kl., Bd. CXXI, Abt. I, Nov. 1912).

[2] Über *Westersheimia* siehe die vorläufigen Angaben im Akademischen Anzeiger, Sitzung vom 14. Dezember 1916.

1880. Schimper, W. Ph. in Schimper-Schenk Paläophytologie pag. 228.

1881. Renault. B. Cours de Botanique fossile fait au Muséum d'histoire naturelle, Première année, Paris 1881, pag. 47.

1885. Zigno, A. de: Flora fossilis formationis oolithicae, vol. 2, pag. 154.

1887. Solms-Laubach, H. Graf zu; Einleitung in die Paläophytologie, pag. 228.

1900. Zeiller, R. Elements de Paleobotanique, Paris 1900, pag. 242.

Alle angeführten Autoren verstehen *Cycadospadix* Schimp. im Sinne von Karpophyllen, welche morphologisch denen von *Cycas* entsprechen. Ein derartiges Karpophyll aus den Ataneschichten Grönlands, das auf derselben Platte mit einer Cycasbeblätterung liegt, wurde von Heer[1] mit dieser zusammen geradezu als *Cycas Steenstrupii* beschrieben, was allgemein gebilligt wurde. Später haben dann freilich sowohl Seward[2] als Nathorst[3] darauf hingewiesen, daß das im mineralogischen Museum der Universität Kopenhagen befindliche Original in der Zeichnung bei Heer zu sehr restauriert worden ist, und daß die Deutung desselben als ein Fruchtblatt von *Cycas* nicht zutreffend ist. Es wäre wohl sehr wünschenswert, daß eine photographische Abbildung des Kopenhagener Originales publiziert würde, da Photographien von Pflanzenresten oft vielmehr Details zeigen als direkt wahrgenommen werden können. Im übrigen sei hier auch daran erinnert, daß Nathorst l. c. die *Cycas* gleichenden Beblätterungen aus den cenomanen Kreideablagerungen von Grönland als eine neue Gattung: *Pseudocycas* Nath. erkannt hat, gut charakterisiert dadurch, daß die Fiedern mit ihrer ganzen Breite der Spindel ansitzen und in der Mitte von dicht aneinander gedrängten, zuweilen verwachsenen Nerven durchzogen werden, zwischen welchen die Spaltöffnungen in einer Rinne an der Unterseite des Blattes sich befinden, aber sonst in der Spreite fehlen. Die Epidermiszellen sind nach Ausweis der Mazerationspräparate Nathorst's in Längsreihen geordnet und besitzen schlängelige Wandungen.

Ein Kohlebelag des angeblichen Karpophylls von *Pseudocycas Steenstrupi* (Heer) Nath. gelangte übrigens nicht zur Untersuchung. Wahrscheinlich ist keiner mehr vorhanden.

Sind wir somit über das geologische Alter der Gattung *Cycas* selbst gegenwärtig im unklaren,[4] so ist doch der Typus des *Cycaskarpophylls,* das ist *Cycadospadix* Schimp., und auch der Cycasbeblätterung sehr alt. Letztere geht bis in den Kohlenkalk zurück, denn *Cycadites taxodinus* Goepp. läßt sich nach Solms,[5] wie er nach Untersuchung des Originales von Rothwaltersdorf in Schlesien urteilt, nicht irgendwo anders unterbringen. Die älteste *Cycadospadix* wird von Renault aus dem Perm von Autun angegeben. Ich werde dieses Fossil jedoch als Vertreter einer eigenen Gattung behandeln.

Eine Durchsicht der Literatur ergibt folgende Übersicht über die Arten von *Cycadospadix* Schimp.:

Perm:

a) Cycadospadix Milleryensis Renault.

Autun in Frankreich.

Trias:

---

[1] Heer, O. Flora fossilis arctica VI. 2 (1882), p. 40, Taf. 5.

[2] Seward, A. C. The jurassic Flora I. The Yorkshire coast. (London 1900) p. 274.

[3] Nathorst A. G. Paläobotan. Mitteilungen: 1. Pseudocycas, eine neue Cycadophytengattung aus den cenomanen Kreideablagerungen Grönlands. K. Sv. Vetensk. Handl. Bd. 42, Nr. 5, 1907.

[4] Wie vorsichtig man bei der Deutung von Fossilien sein muß, welche nach ihrem makroskopischen Verhalten anscheinend sich leicht systematisch einordnen lassen, lehrt uns der Fall von *Androstrobus Scotii* Nath. — Nathorst selbst hat mit Hilfe der Mazerationsmethode nachgewiesen, daß dieses von ihm ursprünglich als männliche Cycadophytenblüte (männlicher Zapfen) gedeutete Fossil aus den rhätischen Ablagerungen von Schonen als eine große Sporophyllähre mit Makro- und Mikrosporangien zu betrachten ist. In der diesbezüglichen Abhandlung, Paläobotanische Mitteilungen 3, l. c., Bd. 43, Nr. 3, 1908, mußte es demgemäß seiner wahren Natur entsprechend als *Lycostrobus Scotii* Nath. neu benannt werden.

[5] Solms-Laubach, H. Graf zu: Paläophytologie p. 88.

b) Cycadospadix triasicus F. Krasser.
Neuewelt bei Basel in der Schweiz.
Rhät:

c) Cycadospadix integer Nath.
Bjuf in Schweden.
Unterer Lias:

d) Cycadospadix Hennoquei (Pommel) Schimp.
Hettanges in Frankreich.
Dogger:

e) Cycadospadix Pasinianus Zigno.
Rotzo und Scandolare in Italien.
Malm:
Cycadospadix Pasinianus Zigno.
Orbagnoux und Cirin in Frankreich.

f) Cycadospadix Moraeanus Schimp.
St. Mihiel und Auxey in Frankreich.
Kimmeridge:
Cycadospadix Pasinianus Zigno.
Southerland in England.

Wir wollen nun diese Arten näher betrachten, gegeneinander abwägen und mit *Haitingeria* vergleichen.

a) Cycadospadix Milleryensis.

1896. Renault. B. Flore fossile d'Autun et d'Epinac, Part 2, Paris 1896, p. 329, Tab. 73, Fig. 1—7.

Eine etwa 12 *cm* lange und etwa 5 *mm* breite federkieldicke Achse mit zahlreichen kurzgestielten, fiederschnittigen, spreitigen, schuppigen Gebilden mit konkaver Unterseite besetzt, welche am Grunde unterseits anscheinend verhältnismäßig große kugelige bis eirunde Körperchen tragen. Die Schuppen messen ungefähr 10 *mm* nach der Länge und 6 *mm* nach der größten Breite in ausgebreitetem Zustande. Die Körperchen haben einen größten Durchmesser von 5 *mm*.

Nach der Auffassung von Renault liegt ein lockerer Strobilus vor, da die Schuppen schraubig angeordnet seien. Andere Autoren, nämlich Scott[1] und Berry[2] sind anderer Meinung.

Nach Scott scheint es nicht unmöglich, daß nicht ein Zapfen, sondern »ein zusammengesetztes Blatt vorliegt, also ein Sporophyll oder sogar eine einzelne Fieder, beide Samen unmittelbar erzeugend, welche ihrer Natur nach Blätter sind. Im letzteren Falle hätten wir ein zusammengesetzteres Sporophyll, als bei irgendeiner rezenten *Cycadee,* und seine Verwandtschaft mit den Pteridospermen wäre wahrscheinlich. Nach Renault's Interpretation würde die Fruktifikation eine stärkere Annäherung zu den Zapfen der Zamieae darstellen.«

Berry wiederum meint, daß die *Cycadospadix Milleryensis* in ihrem Habitus einen Vergleich mit den Mikrosporophyllen von *Cycadeoidea* gestatte. Die Samen tragenden Sporophylle würden nach dieser Auffassung morphologisch die fertilen Fiedern eines einfach zusammengesetzten Sporophylles sein.

---

[1] Scott, D. H. Studies in fossil Botany. London 1902. P. 372 und Fig. 124. — 2. Auflage, Bd. 2 (London 1909), p. 494 und Fig. 180.

[2] Berry, E. W. Maryland Geolog. Survey. Lower Cretaceous. Baltimore 1911. P. 313/314.

In Autun fanden sich auch *Ptychoxylon* und *Cycadoxylon* sowie Beblätterungen, welche als *Pteropliyllum* und als *Sphenozamites* bezeichnet wurden. Die Pterophyllumnatur der als *Pterophyllum* beschriebenen Beblätterung von Autun ist indes keineswegs erwiesen. Die Abbildungen erinnern habituell an *Cycas* und *Dioon*. Die Nervatur ist nicht festgestellt. Die Sphenozamitesbeblätterung erinnert zweifellos an *Zamia*. *Cycadoxylon* steht anatomisch *Lyginodendron* am nächsten, was auch für *Ptychoxylon*, obzwar es komplizierter gebaut ist, gilt.[1] Falls also die genannten Beblätterungen, Stammreste und *Cycadospadix Milleryensis* zusammengehören, würde es sich jedenfalls um einen Cycadophyten mit Annäherung an die Pteridospermen handeln. Sonach wird uns die Auffassung von *Cycadospadix Milleryensis* als Makrosporophyll im Sinne von Scott und auch von Berry folgerichtiger erscheinen, wie die von Renault als lockerer Strobilus. Sichere Entscheidung ist freilich nur durch den Fund eines versteinerten Restes mit erhaltener histologischer Struktur zu erwarten. Die Abbildungen bei Renault sprechen für Scott und Berry.

Von allen sonst noch von den verschiedenen Autoren bei *Cycadospadix* untergebrachten Resten weicht C. Milleryensis, als Makrosporophyll aufgefaßt, durch seinen Habitus (gefiedertes Blatt) ab. Die kleinen Fiedern zeigen die Eigentümlichkeiten, welche die Stellung derselben in isoliertem Zustande zu *Cycadospadix* rechtfertigen. Obwohl Renault selbst diese Einreihung vornahm, entspricht seine Nomenklatur nicht seiner morphologischen Deutung des Restes als Zapfen.

Gegenüber *Haitingeria* sind die Makrosporophyllfiedern von C. Milleryensis gleich den echten *Cycadospadix*, die durchaus beträchtlichere Dimensionen aufweisen, durch den Mangel von an den Rändern der Fiederabschnitte stehenden Samenknospen, respektive Samen, verschieden.

Ich erachte es für zweckmäßig und durch die morphologische Bedeutung bedingt, die Renault'sche *Cycadospadix* von Autun als eigene Gattung herauszuheben und *Autunia* zu benennen.

Autunia F. Krasser nov. gen.

Folium fertile, pinnis parvis laceratis, semina dua basi laminae gerentibus.

Species typica:

Autunia Milleryensis (Renault) F. Krasser.

1896. *Cycadospadix Milleryensis* Renault, B. Flora fossile du Bassin huiller et permien d'Autun et d'Epinac. Part. 2, Paris 1896, p. 329, Tab. 73, Fig. 1—7.

Locus classicus: Autun Galliae, in formatione Perm dicta.

Als Gattungsbezeichnung habe ich für das gefiederte Makrosporophyll von Autun *Autunia* gewählt, aus memnotechnischen Gründen im Hinblick darauf, daß ich das bisher als einziges bekannte morphologisch als einfaches Fiederblatt anzusehende Cycadophyten-Mikrosporophyll seinerzeit nach dem Fundorte *Lunzia* benannte.

b) Cycadospadix? triasicus F. Krasser nov. sp.

Um die von Heer[1] und Leuthardt[2] in der Trias von Neuewelt bei Basel in der Schweiz aufgefundenen Makrosporophylle kurz bezeichnen zu können, reihe ich sie als fragliche *Cycadospadix* mit der Artbezeichnung *triasicus* (nach ihrem geologischen Alter) ein.

Heer gibt l. c. p. 83/84 mit Abbildung auf Tab. 36, Fig. 6 folgende Beschreibung: »Der Stiel der Fruchtschuppen ist oben schildförmig verbreitert, doch ist diese Partie leider teilweise zerstört.

[1] Vergl. Renault l. c. p. 307 bis 321, auch Scott l. c. Bd. 2, p. 483 (Cycadoxyleae).

[2] Heer, O. Flora fossilis Helvetiae. Die vorweltliche Flora der Schweiz. Zürich 1876 und 1877. p. 83 und 84; Taf. 36, Fig. 6.

[3] Leuthardt, F. Die Keuperflora bei Neuewelt bei Basel. 1. Teil: Phanerogamen. Abhandl. der Schweizerischen paläontologischen Gesellschaft, vol. 30, Zürich 1903, p. 22 und Taf. 8, Fig. 4, 5.

Es hat diese Fruchtschuppe eine Höhe von 12·5 *mm*, der Schild hat am Grunde eine Breite von 3 *mm*. An der Seite dieses Stieles haben wir unter der erweiterten schildförmigen Partie die zwei Samen. Sie sind oval und haben eine Länge von 6 *mm*, bei einer Breite von 3 *mm* eine mittlere ovale Partie, ist flach eingedrückt; die Oberfläche erscheint unter der Lupe sehr fein gestreift.«

Heer zieht die beschriebenen Schuppen zu *Pterophyllum* und ergänzt infolge dessen l. c. p. 84 die Diagnose dieser Gattung folgendermaßen: Flores feminei rhachi communi undique inserti, carpidia stipitata apice in peltam dilatata, pelta subtus ovalis duobus foetis; semina ovalia. Truncus cylindricus, extus cicatricibus transversis ellipticis, apice perulis lanceolatis tectus. Der in diese Diagnose mit einbezogene Stammrest (l. c. p. 81/82 beschrieben und auf Taf. 36, Fig. 3 abgebildet) ist, unzweifelhaft der Abdruck eines Cycadeenstammes und wird, da nur eine Gattung dieser Familie, nämlich nur *Pterophyllum,* in der Neuen Welt (Neuewelt) vorkommt, dieser Gattung zugeteilt.

Auch Leuthardt[1] glückte es zwei ganz ähnliche Makrosporophylle und auch einen Stammrest von 10 *mm* Durchmesser und etwa 300 *mm* Länge mit etwas verwischter Struktur in Neuewelt, gleichfalls im unteren Horizont, aufzufinden. Bei den Leuthardt'schen Exemplaren ist das Schild gleichfalls undeutlich erhalten. Eines der beiden Makrosporophylle zeigt sehr deutlich (l. c. Fig. 4) »drei ovale etwas erhabene 2 *mm* breite plazentaartige Gebilde. Neben dem Stiele, fast unmittelbar an die seitlichen Plazenten anstoßend, liegen 2 ovale, 4 *mm* lange, 3 *mm* breite Samen.« »Bei dem zweiten Exemplar sind keine plazentaartige Bildungen bemerkbar.« Leuthardt weist auch auf die Kleinheit der Schuppen und Samen gegenüber denen der rezenten Cycadineen hin.

Heer, l. c. S. 84, hat die Makrosporophylle von Neuewelt mit Zamia verglichen, was den Bau anbelangt. Später wurden, und zwar gleichfalls im unteren Horizont, auch Zapfen gefunden,[2] die noch von Heer selbst als männliche Pterophyllumzapfen bezeichnet wurden. Nach Leuthardt kommen solche Zapfen ziemlich häufig vor, jedoch selten in gutem Erhaltungszustande. Die Pollensäcke sind übrigens nicht bekannt! Der am besten erhaltene Zapfen ist 90 *mm* lang und in der Mitte 18 *mm* breit. Er befindet sich im Museum zu Basel. Leuthardt vergleicht die fraglichen Zapfen mit solchen von *Dioon edule* nach der äußeren Textur. Mit dem Stamme rezenter Cycadineen hatte, woran hier erinnert sei, Heer (l. c. p. 82) wegen der Form und Stellung der Blattnarben, sowie der Niederblätter an der Spitze den von ihm zu *Pterophyllum* gestellten, früher erwähnten Stammrest verglichen.

Von Interesse ist jedenfalls, wenn richtig beobachtet, das Vorkommen von mehreren Samenknospen auf der Spreite einzelner Makrosporophylle von Neuewelt. Eine Nachuntersuchung der Makrosporophylle von Neuewelt durch einen Botaniker wäre daher erwünscht, zumal bekanntlich nach den Untersuchungen von Goebel[3] bei *Dioon* an der Basis der Spreite je eine, zuweilen wohl auch zwei rudimentär gebliebene Fiedern auftreten. Es könnte so vielleicht Klarheit über die von Leuthardt als »plazentaartige Bildungen« bezeichneten Gebilde gewonnen werden, die sich möglicherweise teils als reduzierte Fiedern, teils als die oberhalb der Samenknospen entstehenden Anschwellungen werden deuten lassen.

Ich habe die Makrosporophylle von Neuewelt provisorisch in die Gattung *Cycadospadix* Schimp eingereiht, weil der verhältnismäßig lange Stiel und die Insertion der Samen, respektive Samenknospen, wie sie bei Heer, l. c. Fig. 6, sowie bei Leuthard l. c. Fig. 5 dargestellt wird, dem nicht entgegenstehen. Die Gliederung der Spreite ist zwar nicht bekannt, doch würde auch Ungegliedertheit dieser Einreihung nicht widersprechen im Hinblick auf *Cycadospadix integer* Nath. aus dem Rhät, der nicht anders gedeutet werden kann, wie denn auch bei gewissen rezenten Cycasarten die sterile Spreite der Makrosporophylle nicht weiter gegliedert ist. Leuthardt's Fig. 4 mit den Spuren spreitenständiger

---

[1] Leuthardt ibid. p. 22 und Taf. 8, Fig. 4, 5, die Mikrosporophylle. — p. 20 der Stammrest, ohne Abbildung.

[2] Leuthardt ibid. p. 22.

[3] Goebel, K. Organographie der Pflanzen, 1. Aufl. p. 691.

Samen scheint allerdings mehr auf Makrosporophylle vom Typus des rezenten *Dioon* hinzuweisen, dessen Makrosporophylle bekanntlich dem Cycastypus unter den Cycadineen mit typischem Zapfen am nächsten kommen.

Die Kleinheit des *Cycadospadix? triasicus* ist bemerkenswert und bringt ihn der permischen *Autunia* nahe.

Zu *Haitingeria* ergeben sich keine näheren Beziehungen.

Übrigens bedarf, wie wohl aus meinen Darlegungen zur Genüge hervorgeht, der *Cycadospadix? triasicus* noch weiteren Studiums, um seine systematische Stellung innerhalb der Cycadophyten-fruktifikationen vollkommen klarzustellen.

c) Cycadospadix integer Nath.

1879. Nathorst, A. G. Floran vid Bjuf. Andra Häftet, Stockholm 1879, p. 80, Tab. 17, Fig. 7. Nur sterile Spreiten.

1886. ibidem Treide (sista) Häftet, p. 125 und die neue Erklärung zu Taf. 17.

1902. Nathorst, A. G. Beiträge zur Kenntnis einiger mesozoischer Cycadophyten. K. Sv. Vetenskapsakadem. Handlingar Bd. 36, Nr. 4 (Stockholm 1902), p. 6, Tab. 1, Fig. 11. Ziemlich vollständiges Blatt mit den Insertionen der Samen.

Wie die Abbildungen lehren, ansehnliche Makrosporophylle mit ganzrandiger steriler Spreite und mehreren Paren von Sameninsertionen am Stiele. Spreite lanzettlich mit ausgezogener Spitze, größte Breite etwa 51 *mm*, Länge mehr als 70; Blattstiel mehr als 80 *mm*, dessen Breite um 10 *mm*. Bei dem ursprünglich als *C. attenuatus* (l. c. 1879, p. 80 und Tab. 18, Fig. 6), später (1896, neue Tafelerklärung) als *forma angustior* bezeichneten Fragment ist die Spitze 20 *mm* über der Spreitenbreite von 10 *mm* (größte Breite 22 *mm*) auf 5 *mm* reduziert. Der vollständigste Rest besitzt einen dicken Kohlebelag.

Fundort: Rhät von Bjuf, in der pflanzenführenden Schicht 3.

Die zitierte Nathorst'sche Figur 7 zeigt eine eigentümliche Textur wohl auf eine Runzelung zurückzuführen, deren Verlauf durch die im Mesophyll verlaufenden Leitbündel mitbedingt ist. Nathorst sagt 1879 l. c., p. 80 hierüber nur: »Från basen utgå radierande strimmor, förbundna genom tvärstrimmor, antagligen uppkomna genom exemplarets skrynkling vid torkningen. Ytan är ojemn, hvilket måhända antyder, att skifvan liksom hos Cycas, varit hårig.« Eine Behaarung, gleich der vieler Cycadineen-Makrosporophylle (zum Beispiel *Cycas, Dioon, Stangeria)* mag schon ihr Teil an der geschilderten Skulptur haben, ich habe aber an Makrosporophyllen von *Stangeria,* nachdem ich den Haarfilz rasiert hatte, eine ganz ähnliche Runzelung, auch mit Querrunzeln wahrgenommen. Die erwähnte Skulptur tritt auch an dem vollständigen Makrosporophyll (Nath. Mesoz. Cycadoph. Tab. 1, Fig. 11) hervor und macht der Abbildung nach mehr den Eindruck, daß sie in erster Linie durch die im derben Grundgewebe verlaufenden Leitbündel verursacht ist. Des weiteren erinnert sie an die Nervatur von *Cloughtonia* und von *Haitingeria,* deren Gesamtumriß auch die gleiche Form und beiläufig die Dimensionen der sterilen Spreite von *Cycadospadix integer* besitzen. Damit sind jedoch die Ähnlichkeiten erschöpft. Die Textur von *Cycadospadix integer* war jedenfalls viel derber als bei *Haitingeria* und *Cloughtonia,* die beide auch habituell, insoferne nicht dem Cycastypus des Cycadophyten-Makrosporophylles entsprechen, als sie sitzende Blätter repräsentieren.

d) Cycadospadix Hennoquei (Pomel) Schimp.

1870. Schimper, W. Ph. Traité de Paléontologie végétale, vol. 2, p. 207 et Tab. 72, Fig. 18.

1874. Saporta, G. Marquis de: Plantes jurassiques, vol. 2, p. 219, Tab. 116, Fig. 1—5.

1881. Renault, B. Cours de Botanique fossile. Première année, p. 47 et Tab. 4, Fig. 6—8. Schematisierte Figuren!

Synonymon:

1849. *Crossozamia Hennoquei* Pomel, A. Mat. pour servir à la flore foss. du terrain jurassique de la France. Amtlicher Bericht der Versammlung deutscher Naturforscher in Aachen (Leyden) 1849, p. 353.

Locus classicus: Hettange, Zone des Ammonites angustus.

Diese Art wurde zuerst von Pomel bekannt gemacht. Von Saporta werden mehrere verschieden große und zum Teil ziemlich voneinander abweichende Exemplare abgebildet. Den Typus stellt wohl die Saporta'sche Abbildung, Fig. 1, dar.

Das Karpophyll ist gestielt, die Spreite fiederschnittig, mit einem rautenförmigen, einseitig gekielten Mittelfeld versehen. Die Fiederabschnitte an den Längsseiten des zu einem breiten Zipfel ausgezogenen Mittelfeldes sind aufgerichtet und weitaus schmäler als die Spreitenspitze. Sie nehmen an Länge gegen die in den Blattstiel übergehenden Seiten der deltoidischen Spreite ab, welche frei von Fiederabschnitten sind. Eine zarte, lockere Gabelnervatur, die gegen die Fiedern vom Kiel aus unter ziemlich spitzem Winkel ausstrahlt, ist angedeutet. Die Länge der Spreite beträgt etwa 60 *mm*, die größte Breite in der Querdiagonale des Deltoids etwa 40 *mm*, die Länge des Blattstieles über 30 *mm*, seine Breite um 7 *mm*. Erkennbar sind am Blattstiel unmittelbar unter der Basis der Spreite die etwa 5 *mm* messenden Ansatzstellen der Samen.

Auch Schenk[1] bildet vom gleichen Fundort ein Exemplar aus der Sammlung Schlumberger ab, welches dem gleichen Typus vollkommen entspricht. Er sagt: »Die Analogien mit den gleichen Teilen von *Cycas revoluta* Thunb., *C. angulata* R. BR. und *inermis* Lour. ist unverkennbar.« Zugleich gibt er der Meinung Ausdruck, daß eine Cycadites-Beblätterung, wahrscheinlich *C. pectinatus* Schimp. der Schichten von Hettange die zugehörige Beblätterung darstelle. Nach Saporta[2] ist der *C. rectangularis* Braun's (indem er ausführt, daß *C. pectinatus* Schimp. wegen Zamites pectinatus L. et H. zu Verwirrungen führt) dieselbe Art, der auch die *Cycadites* von Seinestedt und Koburg angehören, denn *Cycadites pectinatus* Berger (Verstein. der Koburger Gegend. S. 23 und 29, Taf. 3, Fig. 4) neque L. et H. ist nichts anderes als *Cycadites rectangularis* Brauns. Saporta erblickt übrigens in *Cycadospadix Hennoquei* den Repräsentanten einer Gattung, welche zwischen *Dioon* und *Cycas* vermittelt, und zwar wegen der Stellung der Samenknospen, die er in Fig. 2 abbildet und folgendermaßen beschreibt: attachés dans une direction oblique et non pas nettement erigée. Sie nähern sich der ersteren durch die eingesenkte Insertion der Samenknospen, der letzteren aber durch Aussehen und Umriß des Makrosporophylls. Bei *Dioon* beobachte man wie bei der Art von Hettange fertile Karpophylle mit langen Stielen und andere sterile, weil sie nur abortierte Samenknospen tragen, mit kurzem Stiel oder auch ungestielt. Letztere nehmen den Grund der Blüte ein. Dasselbe, meint Saporta, dürfte bei *Cycas* der Fall sein, wenngleich er es noch nicht beobachten konnte.[3]

Den Gegensatz zu Saporta's Fig. 1 bildet seine Fig. 3, welche sicher ein sitzendes Blatt darstellt und keine Spur einer Samenknospe oder eines Samens aufweist. Auch dieses Exemplar, schematisiert bei Renault reproduziert, zeigt die lockere Gabelnervatur wie Fig. 1, aber deutlicher. Fig. 2 und 5 zeigen auch auf den Terminallappen Fiederabschnitte und geringere Dimensionen.

---

[1] Schenk, A. Die fossile Flora der Grenzschichten des Lias und Keupers Frankens (Wiesbaden 1867), p. 150 und Taf. 32, Fig. 10.

[2] Saporta l. c., p. 69 und Tab. 83, Fig. 1—4.

[3] In der Literatur fand ich leider keine weitere diesbezügliche Angabe. Es ist sehr zu wünschen, daß einmal der Formenwechsel der verschiedenen Blattkategorien (Schuppen, Laub, Sporophylle) und ihre Übergänge bei *Cycas* und *Dioon* näher untersucht wird, da sich sowohl für die vergleichende als für die phylogenetische Morphologie nicht unwichtige Ergebnisse erwarten lassen. Ich habe in einem früheren Kapitel der vorliegenden Arbeit bereits darauf hingewiesen, daß die meisten morphologischen Angaben über *Cycas* auf Henricus van Reede tot Draakenstein's *Hortus malabaricus* (III. Amsterdam 1682) zurückgehen!

Ob diese verschiedenen Blätter in der Tat alle zu einer Art gehören, sei dahingestellt. Sollte es der Fall sein, müßte Fig. 3 als Niederblatt aufgefaßt werden.

Die Ähnlichkeit der fiederschnittigen Spreite der *Cycadospadix Hennoquei* mit *Haitingeria* ist ziemlich groß. Beide besitzen dieselbe Grundform und den terminalen Lappen. Die Fiederabschnitte sind jedoch bei *C. Hennoquei* schmäler, zahlreicher, mehr aufgerichtet und unregelmäßiger, die Nervatur lockerer.

e) Cycadospadix Pasinianus Zigno.

1885. Zigno, A. de: Flora fossilis formationis oolithicae. Vol. 2, p. 150 et Tab. 42, Fig. 2, 3.[1]

1891. Saporta, G. Marquis de: Plantes jurassiques, vol. 4, p. 466—469 et Tab. 298, Fig. 3, 4.[2]

1911. Seward, A. C. The jurassic flora of Sutherland. Transactions of the Royal society of Edinburgh, vol. 17, part 4, Nr. 23, p. 699 et Tab. 7, Fig. 18.

Locus classicus: In saxo calcareo cinerei coloris formationis oolithicae inferioris ad Rozto in septem communibus provinciae Vicentinae, nec non in arenaria calcifera lutescente ejusdem formationis ad Scandolara in provincia Veronesi Italiae. In stratis bituminosis Galliae ac Orbagnoux (Ain) et in stratis calcareis lithographicis ad Cirin (Ain) formationis Kimmeridge inferior dictae.

Gestielte Karpophylle mit dicker, breit triangulär-deltoidischer, stumpfwinkeliger Spreite mit wimperig eingeschnittenen Rändern. Die Abschnitte sind linealisch, allmählich zugespitzt, bis etwa 12 *mm* lang und von 1·5 *mm* größter Breite. Sie nehmen gegen die Spitze an Länge ab. Die basalen Seiten des Deltoids sind ganzrandig, die 4 bis 6 *mm* breiten langen Blattstiele (das längste Fragment mißt 36 *mm*) sind wiederholt abgesetzt verbreitert.

Von *C. Hennoquei* ist *C. Pasinianus* durch den Mangel einer Rippe, durch die schmalen wimperigen Fiederabschnitte und durch die breit deltoidische Spreite ohne breitem Terminalfiederabschnitt deutlich verschieden. Auffällig ist, nach den Abbildungen zu urteilen, namentlich bei den französischen Vorkommnissen die Kallosität des basalen Spreiteteiles, die in der idealisierten Abbildung in Schimper-Schenk Paläophytologie als ein bandförmiges bogiges Feld erscheint.

Das von Seward bekannt gemachte Exemplar aus dem Kimmeridge von Sutherland stellt ein Spreitenfragment dar. Ich halte die Auffassung Seward's nach Vergleich aller Abbildungen von *C. Pasinianus* für richtig und muß daher Halle,[3] welcher die Exemplare von Sutherland lieber als Schuppe angesehen wissen möchte, widersprechen. Seward erwähnt l. c. auch die bemerkenswerte Tatsache, daß bei *Cycas pectinata* neben Makrosporophyllen des Normaltypus auch solche vorkommen, die bloß aus der triangulären Spreite bestehen!

Der Leitbündelverlauf konnte bei keinem der Exemplare von *C. Pasinianus* beobachtet werden.

Auch in Fragmenten sind die Spreiten von *Haitingeria* durch die schmalen Abschnitte deutlich unterschieden, ganz abgesehen von der beträchtlichen Spreitendicke und dem dadurch bedingten gänzlichen Mangel sichtbarer Nervatur bei C. Pasinianus.

f) Cycadospadix Moraeanus (Pomel) Schimp.

1870. Schimper, W. Ph. Traité de Paléontologie végétale. Vol. 2, p. 207.

1874. Saporta, G. Marquis de: Plantes jurassiques, vol. 2, p. 223 et Tab. 116, Fig. 7, 8; vol. 4, p. 465 et Tab. 298, Fig. 2 (1891).

1881. Renault, B. Cours de Botanique fossile, Première Année, p. 47 et Tab. 4, Fig. 7.

---

[1] Saporta zitiert irrigerweise Fig. 1, 2. Zigno l. c., Fig. 1, stellt jedoch Androstrobus italicus Zigno dar!

[2] Schon auf Taf. 77 (erschienen 1873), Fig. 1, 2, hat Saporta eine Originalzeichnung Zigno's von C. Pasinianus reproduziert. L. c., vol. 2, pag. 63, schreibt er hierüber aber nur: »spadices femelles (carpophylle) ou Cycadospadix, probablement stériles, et se rapportant aux Cycadites, d'après des échantillons provenant de l' Oolithe des Alpes vénétiennes, desinés par M. le baron de Zigno, grandeur naturelle.« — Schimper in Schimper-Schenk Paläophytologie, Fig. 164 auf p. 228, ist die spiegelbildliche und verschönte Kopie von Saporta's eben zitierter Figur 1! Cycadospadixarten führt Schimper in der Paläophytologie nicht an, demgemäß heißt es in der Figurenerklärung bloß: »Cycadospadix. Aus der Oolithformation der venetianischen Alpen.«

[3] Halle, T. G. Cloughtonia, l. c., p. 4.

Synonymon:

1849. *Crossozamia Moraeana* Pomel: Mat. pour servir à la Flor. foss. du terrain jurassique de la France. Amtl. Ber. der Vers. deutscher Naturforscher. Leyden 1849.

Locus classicus: In stratis Corallien dictis formationis jurassicae in calcareis apud Sommedieux prope Saint Mihiel (Meuse) et apud Auxey prope Beaune (Côte d' Or) Galliae.

Es sind nur drei Exemplare in der Literatur bekannt. Das vollständige, also typische Exemplar ist bei Saporta l. c., Fig. 7, nach einer Handzeichnung von Pomel wiedergegeben. Die beiden Originale Pomel's sind gegenwärtig nach Saporta l. c., p. 224, und Solms, Paläophytologie, p. 88, unauffindbar.

Cycadospadix Moraeanus ist das zierlichste der als solche beschriebenen Cycadophyten-Makrosporophylle und erinnert habituell am meisten an *Cycas*. Die Spreite verjüngt sich allmählich in den Blattstiel, sie besitzt keine terminale Verlängerung. Das Mittelfeld ist deltoidisch mit einer Abrundung nach oben. Die Fiederabschnitte sind zahlreich, zart und zugespitzt, aufgerichtet, in unentwickeltem Zustande zurückgeschlagen. Unmittelbar unter der Spreite zeigt das vollständige Exemplar (Fig. 7 bei Saporta) zwei Insertionsnarben, am Blattstiel noch weitere vier in alternierender Anordnung. Die Dimensionen sind, an der Saporta'schen Fig. 7 gemessen folgende: Mittelfeld der Spreite bis zur Insertion der ersten Samenknospen 15 *mm* hoch und 20 *mm* größte Breite; Fiederabschnitte bis 11 *mm* lang (die terminalen), ihre Breite am Grunde kaum 1 *mm*; Länge des Blattstieles über 46 *mm* bei einer Breiteverjüngung von 6 auf 1·5 *mm*. Nervation wurde nicht beobachtet. Die Fiederabschnitte sollen mitunter 1 Nerven erkennen lassen.

Von *Cycadospadix Hennoquei* und *C. Pasinianus* ist *C. Moraeanus* durch sein nach oben abgerundetes Mittelfeld unterschieden und durch den allmählichen Übergang der Spreite in den Stiel, abgesehen von seinen weitaus geringeren Dimensionen.

Auch bei *C. Moraeanus* finden wir, gleichwie bei *C. Hennoquei* gegenüber *Cycas* die Abweichung, daß die Samen nicht in Alveolen, sondern an als Ausladungen hervortretenden Stellen befestigt waren, wie es bei *Dioon* der Fall ist. Saporta (l. c. p. 225) hat zuerst darauf aufmerksam gemacht. Nach seiner Meinung ist durch dieses Verhalten jurassischer *Cycadospadix* der Abstand gemildert, welcher heute *Cycas* von *Dioon* trennt.

Mit *Haitingeria* besteht geringe Ähnlichkeit, da auch Spreitenfragmente durch die zarten Fiederabschnitte auffällig sind.

5. **Cycadocarpidium** Nath.

1886. Nathorst, A. G. Foss. Flor. Bjuf, 1. Heft, p. 91, Tab. 26, Fig. 15—20.

1902. Nathorst, A. G. Mesoz. Cycadoph., p. 8, Tab. 1, Fig. 5, 6.

1911. Nathorst, A. G. Über die Gattung Cycadocarpidium Nath. Nebst einigen Bemerkungen über Podozamites. Paläobotan. Mitt. 10. K. Sv. vetensk. Handl., Bd. 46, Nr. 8.

1911. Schuster, J. Bemerkungen über Podozamites. Ber. d. d. botan. Ges.; Bd. 19, p. 450.

1916. Pélourde, F. Les Progrés realisées dans l'étude des Cycadophytes de l'époque secondaire. Progressus rei botan., Bd. 5, Heft 2, p. 155ff.

In *Cycadocarpidium* Nath. haben wir Makrosporophylle vor uns, welche, wie Nathorst nachgewiesen hat, zu Podozamites gehören. Sie standen zu kleinen gestreckten Zapfen vereinigt zahlreich an einer dünnen Spindel. Im Habitus nehmen sie eine Mittelstellung zwischen *Cycas* und den *Zamieae* ein, da der obere Teil des Sporophylls vollständig blattartig und nicht schuppenartig ist. Das kurzgestielte Makrosporophyll ist klein, die größten bisher bekannten messen etwa 20 *mm*. Man unterscheidet einen mittleren spreitigen Teil, der von 4 bis 6 parallelen, zur Spitze konvergierenden Adern durchzogen wird und darunter am kurzen Stiel eingefügt, rechts und links je eine mit einem dünnen flügelartigen Anhängsel versehene Samenknospe, die mit ihrer Spitze nach unten oder gegen die Zapfenachse gerichtet ist. Das flügelartige Anhängsel befindet sich auf der Gegenseite.

Schon Nathorst hat darauf hingewiesen, daß Cycadocarpidium ein Makrosporophyll darstellt, bei welchem die Metamorphose noch weniger fortgeschritten ist als unter den rezenten Cycadineen (zum Beispiel *Dioon* und *Encephalartos)*, also einen sozusagen noch ursprünglicheren Typus des Cycadineenfruchtblattes darstellt. Er hat aber Podozamites auch als einen der Übergangstypen zwischen Cycadophyten und Coniferen hingestellt. Ich halte diese Anschauung, der sich auch Pelourde (l. c. p. 157) anschließt, für richtig und erinnere daran, daß Seward[1] für die Podozamitesbeblätterung den Vergleich mit der *Conifere Agathis* (speziell mit *A. australis* Salisb. von Neuseeland) vorzieht, da manche Spezimina Anzeichen schraubiger Anordnung der Segmente, also vielleicht schraubige Blattstellung zeigen. Es hat übrigens schon Schenk[2] vor langer Zeit auf eine Bemerkung von Goeppert[3] hin, die Blätter der Damaritesarten seien unter den Zamitesarten zu suchen, reflektierend, mit Rücksicht auf die Ähnlichkeit der einzelnen Segmente von Podozamites (Zamites) distans mit den Blättern der rezenten Dammara orientalis Lamp. sich auf die Frage näher eingelassen, ob Podozamites distans als eine mit Dammara verwandte Conifere oder als eine Cycadee anzusehen sei. Er fühlt sich zur Diskussion dieser Frage auch dadurch bewogen, daß ihm ein bei Eckersdorf (unweit Bayreuth) gesammeltes Exemplar vorlag, dessen Blattstielbasis von mehreren Reihen ansitzender Schuppen umgeben war.

Schenk kommt zu dem Ergebnis, daß das Blatt von einer Seitenknospe, wie sie bei den lebenden Cycadeen an den Stämmen auftreten, stammen könne. Die histologischen Verhältnisse fand er denen von Cycadeen analog und keine Andeutung der den Coniferen eigentümlichen Strukturen. Das bezieht sich allerdings nur auf die Epidermis.[4] 1905 habe ich selbst[5] der Meinung Ausdruck gegeben, es seien noch weitere Untersuchungen nötig, auch bestehe die Möglichkeit, daß systematisch heterogene Elemente unter Podozamites vereinigt wurden; bis auf weiteres aber scheine die Stellung von Podozamites zu den Cycadales (besser Cycadophyten) noch immer am angemessensten. Durch Nathorst und Schuster (1911) hat nun freilich diese Frage eine neue Wendung genommen.

Wegen des Vergleiches mit *Haitingeria* muß der Cycadocarpidium-Reste insofern gedacht werden, als sie einen eigenartigen Typus von Cycadophyten-Makrosporophyllen mit blattartiger Spreite darstellen. Die morphologische Natur des sogenannten flügelartigen Anhängsels der Samenknospen ist allerdings noch festzustellen. Es kann sich entweder um Fiederabschnitte oder um Fiedern handeln. So stünde *Cycadocarpidium* unserer *Haitingeria* insofern nahe, als es gewissermaßen einen reduzierten Typus darstellen kann, insofern bei *Cycadocarpidium* nur eine einzige und noch dazu basale Samenknospe auf jedem Fiederabschnitt vorhanden ist, während die Fiederabschnitte der *Haitingeria* mehrere randständige Samenknospen aufweisen.

Während wir in der *Haitingeria* einen Typus vor uns haben, der nur aus der alpinen Trias bekannt ist, kennen wir *Cycadocarpidium* erst aus dem Rhät. Im übrigen sind jedoch die Nerven bei *Cycadocarpidium* parallel, während sie bei *Haitingeria* viel zahlreicher sind, zwar parallel erscheinen, bei näherer Betrachtung jedoch auch gabelige Nervatur erkennen lassen. Das spricht zweifellos dafür, daß es sich um wesentlich verschiedene Gattungen handelt.

6. **Noeggerathia** Sternb.

Die beste Darstellung der Noeggerathien verdanken wir Stur.[6] Die für unsere Vergleiche maßgebende Abbildung finden wir in seiner unten zitierten Abhandlung. Man kennt sterile und fertile

[1] Seward, A. C. Jurassic Flora I, p. 242.

[2] Schenk, A. Foss. Flora der Grenzschichten (1867), p. 161.

[3] Goeppert, R. Fossile Coniferen (1850), p. 237.

[4] Schenk l. c., Taf 36, Fig. 3.

[5] Krasser, F. Foss. Pflanzen von Transbaikalien . . . Denksch. m.-n. Kl., Bd. 78 (1905), p. 29 (617).

[6] Stur, D. Zur Morphologie und Systematik der Kulm- und Karbonfarne. Sitzungsber. Akad. der Wissensch. Wien, m.-n. Kl., 88. Bd., Abt. 1 (1883), S. 644—651 und Fig. 3 auf S. 645. Siehe auch Abhandlungen der k. k. Geolog. Reichsanstalt in Wien, Bd. 11, Abt. 1 (1885), S. 13.

Blätter. Bei den sterilen Blättern finden wir alternierende Fiedern mit schräger Insertion in zweizeiliger Anordnung. Bei den fertilen Blättern ist die Spitze in eine dichte zusammengedrückte zweizeilige Ähre umgewandelt, deren Sporangien tragende Fiedern sich in jeder Zeile dachziegelig, und zwar oberschlächtig, decken. Die Sporangien befinden sich auf der der Spindel zugekehrten Seite der fertilen Fiedern. Während die sterilen Fiedern keilförmig mit gerundetem Vorderrand ausgebildet sind, repräsentieren sich die fertilen Fiedern in anderer Form; sie werden zu breiten, am Voderrand gezähnelten, durch ihre oberschlächtige Lagerung die Rhachis ganz verdeckenden Schuppen. Sie messen etwa 20 *mm* nach der Breite, sind etwa 13 bis 15 *mm* hoch, weisen einen breiten keilförmig zusammengezogenen Grund auf. Weitaus bedeutendere Dimensionen zeigen die sterilen Fiedern, welche übrigens gegen die Blattbasis, wie insbesondere gegen die Blattspitze bedeutend an Größe abnehmen, so daß das sterile gefiederte Blatt von lanzetlichem oder lanzetlich-linealem Umriß ist. Die Nervatur ist bei sterilen und fertilen Fiedern außerordentlich dicht und fein, dem Typus *Cyclopteris* angehörig. Die Sporangien sind zahlreich und in Querreihen angeordnet, sie enthalten zahlreiche Sporen. Sie wurden als solche zuerst von Karl Feistmantel[1] angesprochen, nach dem sie vorher von Geinitz (Neues Jahrb. f. Min. 1865) als »Früchte« einer *Gymnosperme* bezeichnet worden waren, eine Anschauung, der auch Ottokar Feistmantel (Lotos 1873) beitrat.

Von Karl Feistmantel, Stur, Solms-Laubach,[2] Schenk (Foss. Pflanzenreste) wird *Noeggerathia* zu den *Filices,* von Renault (Cours botan. foss.) und Zeiller[3] jedoch zu den Cycadineen gebracht. Seward (Foss. Plants II) läßt die systematische Stellung unentschieden. Eine Zuteilung zu den Ophioglossaceen, wie Stur wollte, erscheint, wie Solms (l. c., S. 155) dargelegt hat, nicht gesichert. Zur vorläufigen Zuweisung zu den Cycadineen wurden die Autoren durch die Ähnlichkeit der Beblätterung mit *Sphenozamites* und *Plagiozamites* veranlaßt.

Heute lassen sich beide Auffassungen verteidigen, keine streng beweisen! Nach Feistmantel besitzen die Sporangien keinen Annulus, nach Stur jedoch ist ein Annulus vorhanden. Leider ist die histologische Struktur der *Noeggerathia* bislang mangels geeigneten Materiales nicht genügend bekannt. Es könnte *Noeggerathia* auch eine *Pteridosperme* (Cycadofilix) sein! In der Tat sah sie Potonié[4] dafür an.

Sollte *Noeggerathia* wirklich zu den Cycadophyten gehören, dann hätten wir in den Sporangien Pollensäcke vor uns. Bei den rezenten Cycadineen befinden sich die Pollensäcke jedoch auf der Unterseite der Zapfenschuppen, ein Moment das gegen die Cycadophytennatur von *Noeggerathia* spricht. Hingegen spricht die oberschlächtige Deckung der Fiedern für die Zuteilung zu den Cycadophyten. Hat doch schon Alexander Braun[5] gerade die oberschlächtige Deckung der Fiedern (in der Vernation) als Folge einer meist kaum bemerkbaren schiefen Insertion) als einen der merkwürdigsten Charaktere der Cycadeen erkannt. Außerdem darf aber nicht übersehen werden, daß C. E. Weiß[6] eine andere Form von Schuppen mit einer größeren Anzahl von Anhangsgebilden mit basalem Wulst beschrieben hat. Diese Gebilde wurden von ihm als Samen gedeutet und die Nöeggeratien zu den Gymnospermen gestellt, der Wulst als *Arillus* gedeutet.

---

1 Feistmantel, K. Über die Noeggerathien und deren Verbreitung in der böhm. Steinkohlenformation. Sitzungsber. d. Gesellsch. d. Wissensch. Prag, Jahrg. 1879, p. 75.

2 Solms-Laubach, H., Graf zu, Einleitung in die Paläophytologie (Leipzig 1887), p. 144, 155; daselbst auch genaue Zitate.

3 Zeiller, R. Élements de Paléobotanique (Paris 1900), p. 233.

4 Potonié, H. Lehrbuch der Pflanzenpaläontologie (Berlin 1897), p. 160 ff. — In Engler-Prantl, natürl. Pflanzenfam., I. 4, S. 795 behandelt Potonié *Noeggerathia* unter den »Resten besonders zweifelhafter systematischer Stellung«. (1901.)

5 Braun, A. Gymnospermie der Cycadeen. Berliner Monatsberichte für 1875 (Berlin 1876), p. 327.

6 Weiss, C. E. Bemerkungen zur Fruktifikation von *Noeggerathia.* Zeitschriften der deutsch. Geolog. Gesellsch. 1879, p. 111. Abbildung. Letztere auch bei Zeiller l. c. p. 234 reproduziert.

Wenn wir die Feistmantel-Stur'schen und die Weiß'schen Abbildungen und Beschreibungen zusammenhalten, so läßt sich der Gedanke nicht abweisen, daß die von Weiß beschriebenen Exemplare (sie stammen von Trschemoscha bei Pilsen) Makrosporophylle darstellen. Nur eine Nachuntersuchung und neue Funde können Sicherheit bringen. Möglicherweise erkennen wir dann in *Noeggerathia* einen Stamm, der Merkmale der Cycadophyten (Typus der Beblätterung, oberschlächtige Deckung, der Wulst, auf welchem die Samenknospen sitzen) mit gewissen Coniferenmerkmalen (mehrsamige Schuppen, 5 bis 9samig bei bestimmten Taxineen und Cupressineen) vereinigt.

Auf keinen Fall haben wir in der von Stur abgebildeten »Sporophyllähre« Makrosporophylle vereinigt, so daß eine Vergleichung mit *Haitingeria* füglich entfällt. Die Ähnlichkeit besteht darin, daß die mit keiliger Basis sitzenden fertilen Fiedern einen geteilten, wenn auch nicht fiederschnittigen Rand besitzen. Die von Weiß beschriebenen Schuppen sind fast ganzrandig.

7. **Propalmophyllum** Lign.

In der Abhandlung über die Liasflora von Saint Honorine-la-Gouillaume (Orne) hat Lignier[1] sehr merkwürdige Blattreste unter dem Namen *Propalmophyllum liasinum* g. et sp. n. beschrieben und abgebildet, die bis heute noch nicht vollständig einwandfrei aufgeklärt sind, obzwar derselbe Autor sie später zum Vorwurf einer eigenen Abhandlung[2] gemacht hat.

Wer nur die Abbildung in der Liasflora von Saint Honorine-la-Gouillaume kennt, wird wahrscheinlich ohneweiters der Ansicht von Schuster[3] beistimmen, *Propalmophyllum liasinum* sei »sicher ein Sporophyll von Cycas, ähnlich de Zigno's *Cycadospadix Pasinianus*". Wer aber die zweite Abhandlung Lignier's von 1907 würdigt, wird wahrscheinlich anderer Ansicht sein. Unzweifelhaft liegt hier eine Vernationsform vor, wie wir sie nur bei den Palmen kennen. Gegen die These Lignier's[4]: »Le Propalmophyllum représenterait une de ces formes préparatoires, il ne serait pas un Palmier vrais mais appartiendrait à l'ancestralité des Palmiers« wird man kaum eine ernste Einwendung erheben können, wobei daran erinnert sei, daß die ältesten bisher bekannt gewordenen sicheren Palmenreste die von Fliche[5] aus dem Cenoman von Argonne beschriebenen Cocosnüsse sind (*Cocopsis Fliche* und *Astrocaryopsis Fliche).* Man wird allerdings wohl auch die Vorläufer der Palmen, gleich denen der Dicotyledonen, unter jenen fossilen Pflanzen suchen müssen, die man nach den spärlichen äußeren Merkmalen nicht anders, denn als Cycadophyten bezeichnen kann. Da ist es wohl von Interesse, daß schon in der Trias von Raibl Blätter vorkommen, welche an die Vernation von Palmen anklingen. Ich meine die von Bronn[6] als *Phylladelphia strigata* beschriebenen Reste, welche Schimper[7] im

[1] Lignier, O. Flore liasique de Ste Honorine-la-Gouillaume (Orne). Caen. 1895. Mém. de la societé Linn. de Normandie. Vol. 18, fasc. 2, p. 28 squ. et Tab. 7, Fig. 20, 21.

[2] Lignier, O. Nouvelles recherches sur le *Propalmophyllum liasinum* Lign. — Ibid., Vol. 23, part. 1, Caen 1900. In dieser Abhandlung findet sich auch die Literatur über die vorcretazischen angeblichen Angiospermenreste.

[3] Schuster, J. N. Weltrichia und die Bennettitales. K. Sv. Vetenskapsakadem. Handl. Bd. 46, Nr. 11 (1911) p. 50,51.

[4] Lignier, Nouv. recherches l. c. p. 14.

[5] Fliche, P. Etudes sur la flore fossile de l'Argonne (Albien-Cenomanien). Bull. de la Soc. des sciences de Nancy, 1896, p. 153.

[6] Bronn, H. G. Beiträge zur triadischen Fauna und Flora der bituminösen Schiefer von Raibl. Stuttgart 1858.

[7] Schimper, W. Ph. Traité de la Paléontologie végétale, Vol. 2 (1870), p. 132. — Schimper's Deutung von *Phylladelphia strigata* als »Knospenschuppen« eines Cycadophyten halte ich für gerechtfertigt. Es dürfte sich in der Tat um Niederblätter aus der Blütenregion von *Macropteygium Bronnii* handeln. Obzwar auch andere Cycadophyten in der Flora von Raibl in Betracht kommen können, so spricht doch für Schimper's Ansicht besonders die Form der Phylladelphiablätter, da sie den Fiedern des genannten Cycadophyten am nächsten kommt. *Phylladelphia* hat Bronn diese Reste genannt, weil sie des öfteren zu zwei und mehr am Grunde zusammenhängen. Das war für Stur der Anlaß, sie für Equisetumscheiden zu erklären. Daher das *Equisetum strigatum* in seiner Liste der Raibler Pflanzen (Stur, D. Die obertriadische Flora der Lunzer Schichten und des

Traité als die Knospenschuppen von *Macropterygium Brongnii* Schimp. *(Pterophyllum Brongnii* Schenk) hinstellt.

Ähnlich *Propalmophyllum* sind auch jene 1882 von Feistmantel aus der Gondwanaflora beschriebenen Reste, welche er *Noeggerathiopsis laccrata* nannte, 1902 Zeiller jedoch nur als fragliche Noeggerathiopsisreste betrachtete und mit Ginkgophyten verglich.

Ich halte es auch für sehr wahrscheinlich, daß wir es in *Propalmophyllum* Lign. und *Noeggerathiopsis lacerata* Feistmantel mit Vertretern einer Schalttype im ursprünglichen Sinne von Saporta zu tun haben. Leider sind die bekannt gewordenen Reste so gering an Zahl und allem Anscheine nach insbesondere die Exemplare aus dem Gondwana nicht so gut erhalten, daß sichere Aufschlüsse von einer erneuten Untersuchung zu erwarten wären.

An *Haitingeria* erinnert nur die *Noeggerathiopsis laccrata* Feistmantel, doch hat sie zahlreiche und durchaus zugespitzte Abschnitte, wodurch sie eben dem Typus des Blattes einer Fächerpalme im Entfaltungszustande ähnelt, wie dies die bereits in Anmerkung 8 zitierten Figuren bei Arber lehren.

Schlußwort.

Ich habe in der vorliegenden Abhandlung das Hauptgewicht auf die Feststellung von Tatsachen gelegt und mich mit Absicht der Spekulationen enthalten, zu welchen *Haitingeria* hinsichtlich der Phylogenie des Perianthes der Angiospermenblüte verführen könnte. Es sei nur folgendes erwähnt. Schon Eichler hat gelegentlich geäußert, man könne, wenn man wolle, die peripheren sterilen Karpophylle bei *Cycas* als Andeutung einer Blütenhülle ansehen. Hiezu kommt, daß die sterilen Makrosporophylle von *Cycas pectinata* nach Seward bloß die trianguläre Spreite entwickeln, und daß nach Saporta auch bei Dioon dieselben kurzstielig sind im Gegensatze zu den langstieligen fertilen Makrosporophyllen. Die einer sterilen *Haitingeria Krasseri* sehr ähnliche *Cloughtonia* wird von Halle ihrer Struktur nach als denkbarer Vorläufer der Petalen der Angiospermen angesehen.

Es erübrigt mir noch in Dankbarkeit der Förderung zu gedenken, welche mir durch die Liberalität der Herren Hofräte Tietze und von Wettstein, ferner der Herren Direktor Zahlbruckner und Professor Schaffer bei der Benützung der ihrer Obhut anvertrauten Schätze zu Teil ward. Nur die mir vor Jahren von der hohen Akademie der Wissenschaften verliehene materielle Unterstützung ermöglichte mir in den schweren Zeiten der jüngsten Vergangenheit die Fortführung meiner Cycadophytenstudien in Wien, dem geistigen Brennpunkt der Donauländer. Ihr bin ich besonders verpflichtet.

---

bituminösen Schiefers von Raibl. — Sitzungsbericht der Kais. Akademie der Wissenschaften in Wien, mathem.-naturw. Klasse, Bd. 111, Abt. 1, Märzheft, Jahrg. 1885).

Übrigens hat Nathorst (Palsjö, Taf. 13, Fig. 14 bis 17) ähnliche, nur weitaus kleinere Reste aus dem schwedischen Rhät beschrieben und sie einfach als »*Squamae Cycadearum*« bezeichnet. Er verglich sie mit den Schuppen auf den Stämmen gewisser Cycadeen z. B. von *Cycas*, fügte jedoch hinzu, daß bei der Deutung auch Staubblätter in Betracht kommen. Letztere Möglichkeit halte ich, wenigstens für Phylladelphia für ausgeschlossen, denn die Mikrosporophylle von *Macropterygium* glaube ich in jenen Resten aufgefunden zu haben, die in der Stur'schen Liste als *Dioonites pachyrrhachis* Schenk sp. figurieren. Sie entsprechen dem Cycadeoidea-Typus!

[8] Um ein leichter als die »Flora fossilis Indica» zugängliches Werk zu zitieren, notiere ich hier: Arber, E. A. N. Catalogue of the Fossil Plants of the Glossopteris Flora, being a Monograph of the *Permo-Carboniferous* Flora of India and the Southern Hemisphere. Brit. Mus. Catal. London 1905, p. 189. Daselbst zwei Figuren und die Literatur.

Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse.

1. In der Triasflora der Lunzerschichten finden sich Cycadophyten-Makrosporophylle, welche sich unter den rezenten Cycadinae nur mit den Makrosporophyllen von *Cycas* vergleichen lassen.

2. Sie repräsentieren eine eigene Gattung, *Haitingeria* F. Krasser. Die typische Art ist die *Haitingeria Krasseri* (Schust.) von Pramelreuth bei Lunz. In dieselbe Gattung gehören aber auch Fossile aus den rhätischen Kohlenschichten von Tonking, *Haitingeria Zeilleri* F. Krasser, und aus dem Lias der Rajmahalgroup des Gondwanasystems von Ostindien, *Haitingeria Rajmahalensis* (Wiel.).

Die Gattung *Haitingeria* ist somit aus der alpinen Trias, dem indosinesischen Rhät und dem Lias Ostindiens bekannt. Auch in dem skandinavischen Rhät kommen im fragmentarischen Zustande habituell ähnliche Reste vor, die jedoch eher an *Westersheimia* F. Krasser anschließen.

3. *Haitingeria* F. Krasser stellt sich als ein tief fiederschnittiges (fiederlappiges) sitzendes oder kurzgestieltes Makrosporophyll dar, welches zahlreiche Samenknospen (Samen) an den Rändern der Abschnitte trägt und in der Knospenlage dütenförmig eingedreht ist. Dadurch ist *Haitingeria* als eigener Typus charakterisiert.

4. Unter den fossilen Pflanzenresten waren nach den morphologischen Verhältnissen mit *Haitingeria* in erster Linie zu vergleichen: *Cloughtonia* Halle aus dem Dogger von England, welche nach diesem Autor einen Vorläufer der Angiospermenpetalen repräsentieren kann, sowie die verschiedenen als *Cycadospadix* Sap. zusammengefaßten, gewöhnlich schlechtweg als zu den Cycadinae gehörig betrachteten fossilen Makrosporophylle, welche von der Trias bis in den oberen Jura vorkommen. Es zeigt sich, daß die Arten nach ihren Merkmalen meist zwischen *Dioon* und *Cycas* vermitteln. Der permische *Cycadospadix Milleryanus* Renault stellt indes als gefiedertes Makrosporophyll einen eigenen Typus dar: *Autunia* F. Krasser gen. nov.

Die gleichfalls für die Vergleichung mit *Haitingeria* in Betracht kommenden Gattungen *Noeggerathia* Sternb. aus dem Karbon und *Propalmophyllum* Lign. aus dem Lias vereinigen Cycadophytenmerkmale mit Merkmalen anderer Gruppen. Erstere weist auf gewisse Coniferengruppen, letztere auf die Palmen hin.

5. Der Kohlebelag von *Haitingeria Krasseri* (Schust.) zeigt an Mazerationspräparaten eine ganz ähnliche Epidermis, wie die Makrosporophylle von *Cycas* und wie die *Cloughtonia rugosa* Halle, es sind jedoch die Zellen meist größer und das Gewebe polymorpher als bei den letzteren.

Inhaltsübersicht.

Seite

Vorwort 1
A. *Haitingeria* F. Krasser . . . . . 2—13, 30
Eine neue Gattung der Cycadophyten, begründet auf das Makrosporophyll.
I. Gattungsdiagnose und Übersicht über die Arten 2
II. *Haitingeria Krasseri* (Schust.) . . . . . 3—13, 30, 31
1. Äußere Morphologie . . . . . 3—6
Beschreibung der Belegstücke zur Feststellung der Merkmale 3
Vernation 4, 30
Samenknospen und Samen 4, 31
Nervationsverhältnisse 5
2. Innere Morphologie (Histologische Beobachtungen) 6, 30
Über die Anatomie der Makrosporophylle von *Cycas* 6
3. Morphologische Deutung . . . . . 7—13
a) Allgemeine Erwägungen 7
b) Das Makrosporophyll von *Cycas* und die ihm am nächsten kommenden anderer *Cycadinae* . . . 8—11
Morphologie des Makrosporophylls von *Cycas* 8
Morphologie des Makrosporophylls von *Dioon* 8
Morphologie des Makrosporophylls von *Encephalartos* 8
Morphologie des Makrosporophylls von *Ceratozamia* 8
Morphologie des Makrosporophylls von *Stangeria* 8
Die Knospenfolge, Niederblätter und Übergangsbildungen zu den Tropho- und Makrosporophyllen . . . 9—11
Die Vernation der Laubblätter der *Cycadinae* 10
Die Vernation der Makrosporophylle von *Cycas* . . . . . 9—10, 11
c) Die Schuppenregion des Cycadineenstammes. Hoch- und Niederblätter. Die Schuppenregion der fossilen Cycadophyten 11
Die Formverhältnisse der Niederblätter der rezenten *Cycadinae*, insbesondere von *Cycas* 11
Die Schuppenblätter der fossilen Cycadophyten (*Cycadolepis* Sap) 12
Clougthonia Halle 12
d) Die nebenblattartigen Gebilde und die Aphlebien der Farne 13
Ergebnisse 13
III. Die übrigen zu *Haitingeria* gestellten Arten 13

B. Die fossilen Vergleichsobjekte . . . . . 14—29
Vorbemerkung 14
1. *Cloughtonia* Halle 15, 30, 31
2. *Haitingeria Rajmahalensis* (Wiel.) F. Krasser 16, 30, 31
3. *Haitingeria Zeilleri* F. Krasser 16
Carpolithes sp. Nath. von Palsjö 17
4. *Cycadospadix* Schimp. . . . . 17—19, 30
Begriffsbestimmung 18
Cycas Steenstrupii Heer 18
Pseudocycas Nath. 18
Übersicht über die Arten von *Cycadospadix* Schimp. und ihr geologisches Alter 18, 19

Seite

a) *Cycadospadix Milleryensis* Renault (*Autunia* F. Krasser, eingefiedertes Makrosporophyll!) . . . 19, 20, 30
b) *Cycadospadix? triasicus* F. Krasser . . . 20
c) *Cycadospadix integer* Nath. . . . 22
d) *Cycadospadix Hennoquei* (Pomel) Schimp. . . . 22
e) *Cycadospadix Pasinianus* Zign. . . . 24, 28
f) *Cycadospadix Moraeanus* (Pomel) Schimp. . . . 24
5. *Cycadocarpidium* Nath. . . . 25
6. *Noeggerathia* Sternb. . . . 26, 30
8. *Propalmophyllum* Zign. . . . 28, 30
Phyllodelphia strigata Bronn . . . 28
Equisetum strigatum Stur . . . 28
Noeggerathiopsis Feistm. . . . 29
Squamae Cycadearum Nath. von Palsjö . . . 29
Dioonites pachyrrachis Schenk . . . 29
Schlußwort . . . 29
Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse . . . 30
Tafelerklärung . . . 31

Erklärung der Tafel.

Fig. 1 bis 9: *Haitingeria Krasseri* (Schust.)

Fig. 1. Belegstück aus der Sammlung des Joanneums in Graz. Von mir aus Lunzer Rohmaterial aus dem Nachlasse von Konstantin Freiherrn von Ettinghausen vor Jahren herauspräpariert und mit dem msc-Namen *Cycadospadix Marktanneri* versehen.

Es zeigt rechts die Fiederabschnitte ausgebreitet und daran randständig kegelförmige Gebilde, die Samenknospen. Da die Fiederabschnitte, wenn auch zum Teile ausgebreitet, doch nicht vollständig auf der Bruchfläche (Schichtfläche) erscheinen, sondern sichtlich, namentlich die Enden im Einschlußmedium, teils auf der Abdruckplatte, teils in der nicht erhaltenen, weil zertrümmerten Gegenplatte verborgen sind, ergibt sich, daß die Fiederabschnitte klauenartig nach verschiedenen Richtungen gekrümmt waren, womit auch die verschiedenen Ausbreitungsrichtungen in Einklang stehen.

Das Exemplar war zur Zeit der Einbettung wohl stark mazeriert, wofür die zahlreichen Eindrücke auf der Spreite und die Gewebefetzen in der unteren Partie sprechen. Die feine Granulierung entspricht der Struktur der Einschlußmasse.

Fig. 2. Handstück aus der Sammlung des Geologischen Institutes der deutschen Karl-Ferdinands-Universität in Prag. Es zeigt zwei verschiedene Entwicklungsstadien nebeneinander. Links erblickt man ein gerolltes Makrosporophyll im ersten Stadium der Entfaltung, rechts hingegen ein ausgebreitetes Makrosporophyll, dessen Fiederabschnitte leider nur die Abbruchstellen der im abpräparierten Gestein befindlichen Spitzen aufweisen. Die Nervatur ist sehr gut erhalten. Der Kohlebelag war, obzwar glänzend, doch zur Herstellung von Mazerationspräparaten (siehe Fig. 8 und 9) geeignet. An den Fiederabschnitten treten die randständigen Insertionen der Samen hervor.

Fig. 3 bis 7. Originale im Museum der Geologischen Reichsanstalt in Wien.

Fig. 3 und 4 zeigen im allgemeinen dasselbe, doch weist 4 einen sehr breiten nicht verschmälerten Blattgrund auf. Das in die Blattspitze auslaufende Mittelfeld ist bei 3 sehr gut erhalten, wo es auch die Nervatur scharf ausgepägt zur Schau trägt. Mehr verwischt ist letztere bei 4. Die Fiederabschnitte, soweit sie auf den Abdrücken sichtbar sind, zeigen besonders bei 4 (sehr deutlich links) zumeist die Ansatzstellen der Samenknospen, respektive Samen.

Zu Irrtümern können in Fig. 3 die helleren elliptischen Feldchen am Grunde der Spreite und im rechten Seitenfeld geben, da sie Vertiefungen, von ansitzenden oder auflagernden Samen herrührend, zu entsprechen scheinen. Sie verdanken ihren Ursprung jedoch Luftblasen in der vor Jahren zur Konservierung des Kohlebelages von Stur aufgetragenen Leimschichte.

Fig. 5 Zeigt wohl die Außenseite des Makrosporophylls. Die Fiederabschnitte sind durchaus in das Gestein hineingekrümmt. In der Richtung der eingeritzten Pfeile sind namentlich in der Spitzenpartie und in der linken Hälfte drei Samenspuren gut erkennbar. Die mittleren und oberen Abschnitte sind gegen die Spitze deutlich verschmälert. *(Cycadospadix Laubei mihi msc.)*

Fig. 6*a* und *b*. Ein und dasselbe Handstück, jedoch verschieden beleuchtet und in etwas verschiedener Größe dargestellt. In 6*a* erscheinen die von den abgefallenen Samen am Rande der Fiederabschnitte hinterlassenen Eindrücke plastisch, so daß das Bild des mit Samen besetzten Makrosporophylls entsteht. An einzelnen Stellen liegen Samen im Gestein, so bei *x* und *xx*.

Fig. 7. Makrosporophyll in stark mazeriertem und zerdrücktem Zustande erhalten. Es zeigt auch die durch die Samen bedingten Eindrücke auf den deutlich zur Spitze verschmälerten Fiederabschnitten, namentlich in der durch den Pfeil angegebenen Richtung.

Fig 8 und 9. Mazerationspräparate aus dem Kohlebelag vom Original zu Fig. 2 (rechts). Vergrößerung 100.

Es war mehrtägige Einwirkung von Schulze'scher Flüssigkeit und darnach kurze Behandlung mit Ammoniak erforderlich. Man unterscheidet leicht dünnwandige und dickwandige Elemente, unter den ersteren gestreckte und gleichseitige, auch papillöse Zellen. Die dickwandigen Zellen treten in Gruppen oder in Geweben auf, sie sind nicht gestreckt.

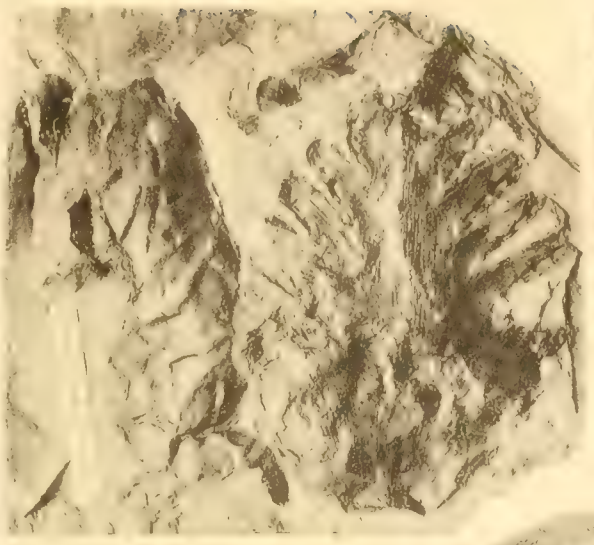
Bei Betrachtung der Bilder mit der Lupe tritt bei den dünnwandigen Elementen die fein-poröse Struktur der Seitenwände an verschiedenen Stellen deutlich in Erscheinung.

Fig. 10. *Haitingeria Rajmahalensis* F. Krasser. Kopie der Figur 5 auf Tafel XXXIX in der »Jurassic (Liassic) Flora of the Rajmahal Group « von O. Feistmantel in Palaeont. ind. Ser. II. Calcutta 1877: »Inflorescence or fructification of Cycadeous plants.« — Unter den in der Literatur nachweisbaren Resten wohl das am meisten an die Lunzer *Haitingeria* gemahnende. Makrosporophyll mit einer aus fünf Fiederabschnitten bestehenden Spreite. Die Abschnitte mit randständigen Grübchen, wohl die von den Samenknospen, respektive Samen in der Spreite hinterlassenen Eindrücke (Anheftungsstellen.) Die Wiedergabe der Feistmantel'schen Figur bei G. R. Wieland (On the Williamsonia Tribe; Americ. Journ. of science, Vol. XXXII, Decb. 1911, p. 461, Fig. 17 *D*) ist sichtlich im Sinne seiner Deutung dieses Fossiles als männlicher Wirtel einer Williamsonia abgeändert.

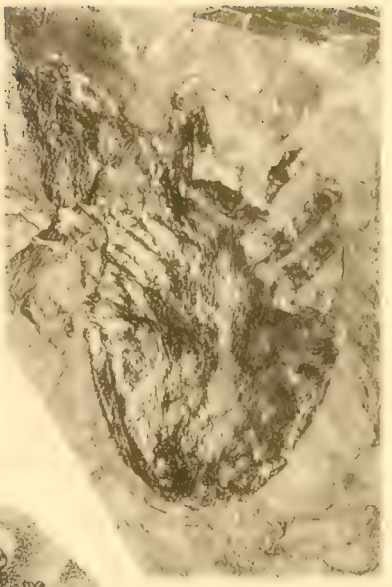
Fig. 11 und 11*a*: *Haitingeria Zeilleri* F. Krasser. Kopie nach R. Zeiller, Flore fossile des gîtes de charbon de Tonkin: Atlas, Paris 1903, Tafel *L*, Fig. 20 und 20*a*, p. 225: Échantillon d'attribution problematique und p. 226: »peut-être meme s'agirait-il ici de véritables carpophylles de Cycadées dont le limbe terminal, sterile n'aurait pas été conservé . . interprétation conjunctural . . .«

Krasser, F.: Fertile Region der Cycadophyten.

1

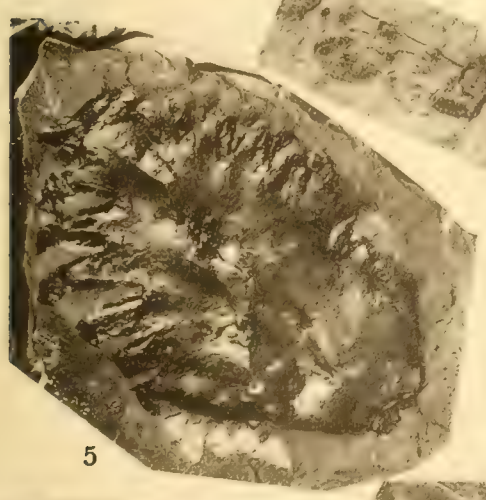


2

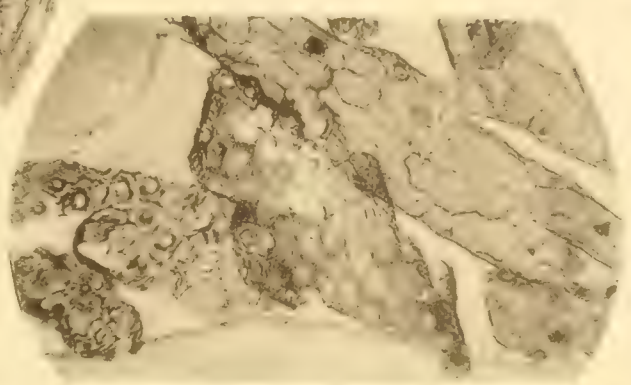


3

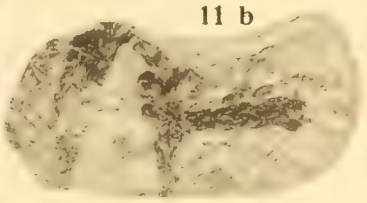
4



5

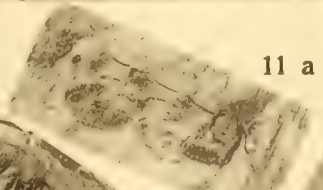


9

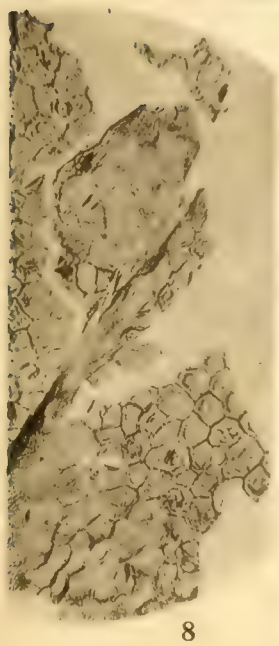


11 b

10

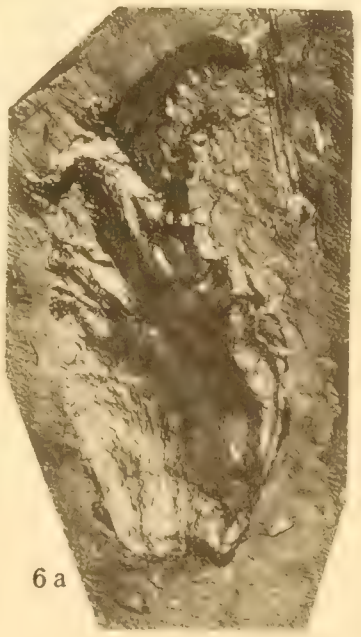


11 a

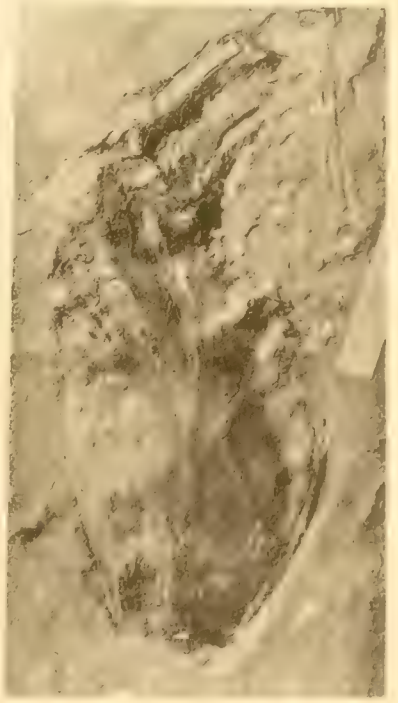


8

7



6 a



6 b

F. Krasser phot.

Lichtdruck v. Max Jaffé, Wien

STUDIEN ÜBER DIE TRIASZONEN IM HOCHPUSTERTAL, EISACK- UND PENSERTAL IN TIROL

VON

MARTHA FURLANI

MIT 8 TEXTFIGUREN UND 2 TAFELN

VORGELEGT IN DER SITZUNG AM 20. MÄRZ 1919

Die Arbeit, deren Ergebnis hier vorliegt, wurde im Sommer 1912 begonnen, 1913 fortgesetzt und im Jahre 1914 des Kriegsausbruches wegen unterbrochen. Mehrere Jahre hindurch machten die Kriegsereignisse eine Fortsetzung derselben unmöglich, bis sich endlich im Sommer 1918 Gelegenheit bot, sie zu einem, wenn auch mangelhaften Abschlusse zu bringen. Dies wurde mir durch eine Subvention aus der Boué-Stiftung ermöglicht, wofür ich der Akademie der Wissenschaften meinen ergebensten Dank ausspreche. Ebenso sei an dieser Stelle ihren Mitgliedern, Herrn Prof. C. Diener für die Vermittlung derselben und Herrn Prof. F. E. Sueß, dessen Institut ich das notwendige Kartenmaterial entlehnen konnte, gedankt.

Zwei gewaltige Gebirgseinheiten stoßen im Pustertal aneinander: das älteste kristalline Rückgrat der Ostalpen und die Unterlage der Südalpen.

Zwischen diesen liegt eine Störungszone, welche durch das Auftreten von Triasschollen gekennzeichnet ist. Gegen Osten verliert sie an Wucht und die zerrissenen Triasschollen schmiegen sich zu einem steil aufgerichteten Gebirgszug zusammen: dem Drauzug.

Gegen Westen hin tritt an Stelle der Triasschollen der Brixener Granit, und die Störungslinie läuft an seinem Nordrand weiter, schwenkt im Westen des Eisacktales ins judikarische Streichen und setzt sich fort bis nach Meran.[1] Auch diese Linie ist von Triasschollen begleitet. Diese liegen aber nicht unmittelbar an ihr, sondern sind durch einen mehr oder weniger breiten Streifen von altkristallinen Gesteinen von ihr getrennt.

Die Trias zwischen dem Hochpustertal und dem Passeiertal ist dadurch in zwei Gruppen geschieden:

I. Trias des Hochpustertales.

II. Trias des Eisack- und Sarntales (Pensertal).

[1] Siehe Sander l. c. 13, Albrecht Spitz l. c. 20, Sander l. c. 17.

I. Die geologischen Verhältnisse im Hochpustertal.

Wie schon erwähnt, kommen im Pustertal zwei verschiedene Gebirge in Berührung: das altkristalline Rückgrat der Ostalpen, die sogenannte »vieux-gneis«-Zone Termiers[1] und die ebenfalls kristalline Unterlage der Dolomiten. Die Gesteinstypen dieser Zonen sind so verschieden, daß man sie meistens schon im Handstück unterscheiden kann. Natürlich gibt es auch gemeinsame Gesteinstypen, so zum Beispiel einige Gneise in der altkristallinen Unterlage der Südalpen, die ostalpines Aussehen haben. Diese sind jedoch nur vereinzelt vorhanden.

A. Die Zone der Altgneise.

Zur Zone der Altgneise gehören:

Gemeine Gneise und Glimmerschiefer,
Orthogneise,
Marmore und Amphibolite.

Die gemeinen Gneise sind meistens Zweiglimmergneise, in denen sich der Muskovit bei geringer werdendem Feldspat oft so anreichert, daß sie in Glimmerschiefer übergehen. Erfolgt dieser Übergang sehr rasch, so tritt Wechsellagerung ein.

Die Zone der Altgneise zieht ununterbrochen nach Westen weiter. Bei Sterzing und Mauls im Eisacktal tritt ein neues Element auf, welches im Pustertal nicht vorhanden ist: das ist die quarzitreiche Serie der Phyllitgneise.[2]

In der Gegend zwischen Villgraten und Bruneck im Pustertal schalten sich mächtige Massen von Orthogneisen mit großen Feldspataugen ein, die Knotengneise Tellers.[3] Auch diese sind im engsten Verbande mit den gemeinen Gneisen. Es gehen letztere häufig im Streichen in Augengneis über und umgekehrt. Die gewaltige Antholzer Granitgneismasse ist eine mächtige Intrusion, die stark mit ihrer Schieferhülle verfaltet worden ist, so daß die Augengneise zungenförmig in die gemeinen Gneise eingreifen.

Im engsten Verband mit den Gneisen stehen auch die kristallinen Marmore des Sambock, des Rammelsteins, des Burgsteins. Sie treten auf im Gefolge von Amphiboliten und phyllitartigen Schiefern, die bisweilen Einschlüsse im Kalk bilden. Diese Phyllitbrocken sind von sehr verschiedener Größe und werden vom Marmor von allen Seiten umflossen. Betrachten wir den engen Zusammenhang der Marmore mit ihrem Muttergestein, so fällt es uns schwer, sie von demselben zu trennen und einer jüngeren Formation, zum Beispiel der Trias, zuzurechnen.

Die Zone der Altgneise streicht vom Pustertal nach Ost und West fort. Im Osten begleitet sie das Drautal in seiner ganzen Länge, im Westen erreicht sie den Eisack mit OW-Streichen, dreht hier, wie eingangs erwähnt, ins SW-Streichen und setzt sich fort in die altkristallinen Gesteine, welche das Sarn- und Passeiertal und im Norden das Vintschgau begleiten. Im Süden der Ortlergruppe zieht die Zone weiter nach Westen, immer mächtiger werdend, vereinigt sie sich mit dem Altkristallin der »dinarischen« Unterlage[4] und streicht durch die Orobischen Alpen. Noch weiter im Westen sind wohl die Sesiagneise die Fortsetzung dieser gewaltigen Zone von altkristallinen Gesteinen, die gleichsam das älteste Rückgrat der Alpen darstellt.

---

[1] Termier l. c. 9.
[2] Sander: Westende der Tauern, l. c. 14.
[3] Teller: Hochpustertal, l. c. 6.
[4] Sueß: »Antlitz der Erde«, III., l. c. 12.

B. Die Trias.

Die Trias bildet nur vereinzelte Schollen, welche die Fortsetzung des Drauzuges darstellen.[1] Am Brunecker Schloßberg tritt sie uns als ein weißer, splitteriger Kalk und Dolomit entgegen, der stellenweise in Marmor übergeht und im engsten tektonischen Verbande mit dem Phyllit steht.

Der Kalk ist vollkommen fossilleer, weshalb eine Altersbestimmung unmöglich ist. Das Aussehen erinnert an den erzführenden Kalk des östlichen Drauzuges, er gehört zweifellos der Trias an, da er sich wohl von den Marmoren des Sambock unterscheidet. Bei Niederrasen, Burgfrieden und Oberstall sind es schwarze Dolomite, weiße und gelbe Kalke, die stark verquetscht sind und als deren Begleiter stets schwarze Quetschschiefer auftreten. Von Fossilien ist in diesen armseligen Schollen keine Spur. Sie dürften hauptsächlich der Mitteltrias angehören. Obertrias und Jura sind in den Schollen des westlichen Pustertales nicht vertreten. Diese sind im Osten bei Winebach und Sillian vorhanden[1] und treten im Drauzug in größerer Mächtigkeit auf. Merkwürdigerweise ist in keiner der Schollen der Brunecker Kalk entwickelt, er bleibt auf den Brunecker Schloßberg beschränkt.

Vergleichen wir die Trias des Pustertales mit jener von Kalkstein oder Mauls-Stilfes, so finden wir, daß außer dem Verrucano kein einziges Schichtglied übereinstimmt. Bänderkalke fehlen in der Trias des Pustertales vollkommen, im Silur sind sie wohl vorhanden, ähneln jedoch ihrer Fazies nach eher den Hochstegenkalken, aber nicht den Muschelkalken von Kalkstein oder Mauls-Stilfes.

C. Die südalpine Unterlage.

Zu dieser gehören:

1. Grünliche Tonschiefer mit geschieferten Diabastuffen und grauen Bänderkalken.
2. Quarzphyllite, die von Dioriten, Diabasen und Porphyriten durchbrochen werden.
3. Gneise.

1. Die grünlichen Tonschiefer

bilden den Nordrand der südalpinen Unterlage und sind in den karnischen Alpen als Silurschiefer[2] bezeichnet worden. In den letzten Jahren haben sich aber die Funde von Karbonpflanzen im Osten gemehrt und Vinassa de Regny und Gortani betrachten zum mindesten einen Teil dieses Schieferkomplexes als karbonisch. Dafür spricht auch das Vorkommen von Porphyroiden im Helmzuge, die man aus Analogie zu ähnlichen Vorkommnissen in der Grauwackenzone der Nordalpen für Karbon halten möchte. Damit soll aber ja nicht gesagt sein, daß Porphyroide als Leitfossil für Karbon zu betrachten sind.

In den grünlichen Sericitschiefern liegen Bänke von grauem Bänderkalk, die sich von Olang bis in den Helmzug ununterbrochen verfolgen lassen und die in der karnischen Hauptkette zweifellose Silurfossilien geliefert haben. Silurschichten sind also auch in dem Schieferkomplex vorhanden. Er läßt sich deshalb weder für ganz karbonischen Alters noch für ganz dem Silur angehörig betrachten. Ob nicht auch noch andere paläozoische Formationsglieder darin enthalten sind, ist natürlich heute noch nicht nachzuweisen. Im Westen, im Pustertal, fehlen die Karbonfossilien, dafür sind aber überall die Bänderkalke vorhanden. Für den westlichen Teil der Schieferformation müssen wir daher eher ein silurisches Alter annehmen.

Ständige Begleiter der Sericitschiefer sind rötliche Quarzite und geschieferte Diabastuffe. Die Quarzite finden wir besonders schön in den Gräben bei Oberstall und Burgfrieden entwickelt.

---

[1] Furlani: Drauzug, l. c. 15.

[2] G. Geyer, Geolog. Karte: Mauthen—Oberdrauburg. Erläuterungen, l. c. 20.

2. Quarzphyllite.

Die Bestimmung der Dünnschliffe verdanke ich meinem unvergeßlichen Freunde, Herrn Dr. Albrecht Spitz. Es handelt sich aber um eine vorläufige Bestimmung, die er nach Beendigung des Krieges noch revidieren und vervollständigen wollte. Sein allzufrüher Tod hat dies verhindert.

Die schönsten Aufschlüsse im Quarzphyllit liefert uns die Ennebergerstraße bis Piccolein. Die Quarzphyllite sind graue, grünliche Phyllite mit zahlreichen gewundenen Quarzknauern, die ihnen den Namen »Quarzlagenphyllit« eintrugen. Sie sind sehr reich an Quarzitlagen, die jedoch nie sehr mächtig werden. Die Quarzite sind von weißer oder von schwarzer Farbe, bisweilen reich an Biotit. Die schwarzen Quarzite erinnern an die dunklen Pejoquarzite der Tonaleserie. Die Quarzite gehen über in Quarzitschiefer, unter denen wieder die Muskovitquarzitschiefer die häufigsten sind. Unter dem Mikroskop ergibt sich ein Gehalt an viel Muskovit, keinem Chlorit, wenig Erz (Pyritkörnchen) und eisenkarbonatischen Neubildungen. Ziemlich viel wasserheller Feldspat ist vorhanden.

Die Muskovitschiefer sind häufig kontaktmetamorph. Solche Gesteine sind streng parallel texturiert und bestehen aus Muskovit und Chlorit, der wohl einem ehemaligen Biotit entspricht und viel Erz in gestreckten, der Schieferung parallelen Formen. Zwischen dem Glimmergewebe liegen in der Schieferungsebene längliche Körner von viel Quarz und weniger wasserhellem Feldspat (wohl Albit). Dann bilden sich große Flecken von Biotit, makroskopisch schon zum Teil querstehend. Sie sind deutlich richtungslos verteilt und vollständig siebartig durchbrochen von den Quarzen, dem Erz und Muskovit der Grundmasse, welche, unter sich parallel, von der Richtung der Schieferung häufig ein wenig abweichen. Der Biotit ist grünbraun, kräftig pleochroitisch. In den Glimmern der Grundmasse bemerkt man allenthalben auch die Neubildung solcher kleiner Biotite; nicht seltene kleine Turmalinsäulchen sind wohl auch als Neubildungen aufzufassen. Das beschriebene Gestein stammt von der Ennebergerstraße. Ein ähnliches kommt in dessen Nähe vor. Es ist bei diesem die Grundmasse nur ärmer an Glimmer, Chlorit und Erz, daher quarzitischer im Aussehen. An einer Stelle ist ein schönes, scharf abgegrenztes Granitgerölle (Quarz, zersetzter Feldspat, Biotit) darin. In dem Grundgewebe liegen große Biotite, ähnlich wie im vorher beschriebenen, aber etwas weniger grünbraun, immer ein wenig schräg zur Schieferung gestellt, mit spärlichen Siebeinschlüssen. Sie sind makroskopisch schwarze Punkte und können als Reste der ausklingenden Kontaktmetamorphose aufgefaßt werden. Neubildungen in der Grundmasse sind selten; Turmalin scheint zu fehlen. Der erstgenannte Muskovitquarzitschiefer ist wohl als Ausgangsgestein für diese Gesteine anzusehen. Er enthält keinen Turmalin und keinen Biotit. Er ist das Hauptgestein der Quarzphyllitgruppe. Die Metamorphose ist wohl durch die zahlreichen Eruptivgesteine hervorgerufen. Von diesen sind manche gar nicht durch Druck verändert, so der Diorit des Liensberges und einige Kersantitgänge. Ein solcher ist am Eingang des Gadertales durch die Straße angeschnitten. Andere Eruptiva sind jedoch stark umgewandelt. Ein solches Gestein, das auch von der Ennebergerstraße stammt, ist fast vollständig chloritisiert; erkennbar sind nur noch verzwillingte Plagioklasleisten. Der basische Bestandteil ist ganz verschwunden, viel Erz ist vorhanden. Es ist wohl ein umgewandelter Diabas-Diorit.

An einer anderen Stelle der Straße, und zwar in der Nähe der Säge, tritt ein Epidotamphibolit auf. Es ist ein schön parallel texturiertes Gestein von grüner Hornblende, die mit Biotit parallel verwachsen ist. Viele Epidotsäulchen (Pistazit) und lagenweise feine Quarze und viele neugebildete Albite sind vorhanden. Dazwischen massenhaft Karbonat, das höchst auffällig ist; man könnte es von sehr basischen, zersetzten Plagioklasen eines Amphibolgneises ableiten. Oder ist es infiltriert?

An einer zweiten Stelle, auch an der Enneberger Straße, ist eine zweite auffallende Anreicherung von Karbonat vorhanden. Es ist ein Biotitquarzit, der stark umkristallisiert ist. Er enthält auch etwas Muskovit und sehr spärlich kleine Plagioklase. Der Karbonatgehalt muß als primär (sedimentiert?)

gedeutet werden, da keine Trias, von der die Infiltration stammen könnte, in der Nähe ist. Das Karbonat reichert sich stellenweise so an, daß sich Lagen von geringer Mächtigkeit bilden, die aus kristallinem Kalk bestehen.

Besonders merkwürdig sind die Kohlenstoffphyllite des Afrertales.[1] Sie sind ein schwarzes stark abfärbendes Gestein, das bisweilen ein schlackiges Aussehen annimmt. In der Umgebung der schwarzen Phyllite kommen auch Muskovitschiefer vor, die besonders große quergestellte Biotite aufweisen.

Im Broglestal fand ich Muskovitquarzite, die sehr reich an Chorit sind und schöne Reste von Grauwackenstruktur zeigen. Einzelne Turmaline darin sind wohl klastisch.

An der Villnösser Linie, und zwar im Villnößtale unterhalb Milleins tritt in einem unbestimmbaren Diaphtorit eine nur wenige Dezimeter breite Ader von unzersetztem Gestein auf. Dieses erwies sich unter dem Mikroskop als Grauwacke, die sehr reich an Roteisenerz ist. Die Grundmasse besteht aus feinem Sericit und Quarz. Darin liegen Brocken von Quarz, Feldspat, Sericitschiefer und umgewandeltem Biotit, Erz und Quarzknödel von verschiedener Größe und Bruchstücke von erzreichem Sericitquarzit (beziehungsweise Muskovitquarzit). Diese Grauwacke scheint jünger zu sein als die Quarzphyllitgruppe und es ist nicht ausgeschlossen, daß sie dem untersten Verrucano angehört. Dafür spricht auch ihr Auftreten an der Trümmerzone der Villnösser Linie.

Die Quarzphyllitgruppe umfaßt Sedimentär- und Eruptivgesteine. Das Alter der ersteren ist fraglich, dürfte aber wohl paläozoisch sein. Dafür spricht folgendes: Die Silurschiefer der Karnischen Alpen setzen sich im Silurschieferzug des Pustertales fort. Aus diesen entwickeln sich allmählich die Quarzphyllite. Ob sie nun allmählich daraus hervorgehen, oder ob diese beiden Schieferkomplexe so verfaltet sind, daß ein allmählicher Übergang vorgetäuscht wird, läßt sich nicht feststellen. Gewiß ist auch Karbon darin enthalten, denn die Karbonvorkommnisse der Karnischen Kette streichen in den Helmzug und dieser ist mit der Quarzphyllitgruppe im engsten Verbande. Die Kohlenstoffphyllite von Afers könnten dem Karbon angehören und die zahlreichen Grauwacken erinnern an die nordalpine Grauwackenzone. (Sander l. c. 17.)

Die Eruptiva sind, wie eingangs erwähnt, teilweise umkristallisiert, also älter, teilweise unverändert, also jünger, als die Hauptfaltung. Diese Eruptiva charakterisieren die dinarische (südalpine) Quarzphyllitgruppe und bilden einen grundlegenden Unterschied gegen die Quarzphyllite im Norden des Pustertales in der Gruppe des Turntalers, wo sie gänzlich fehlen. Es fehlen hier auch die Porphyroide, die wir im Helmzuge feststellen konnten. Porphyrite, welche denen der Quarzphyllitgruppe südlich des Pustertales ähneln, finden wir in den Quarzphylliten der Ortlergruppe.

3. Gneise.

Altkristalline Gesteine treten auf im Villnöß bei Milleins, bei der Talsperre von Afers, besonders, ausgedehnt aber im Grödnertal, wo sie die Berge um St. Peter herum bilden. Die Gesteine zeigen eine äußerst starke Umkristallisation, so daß alle primären Strukturmerkmale verschwunden sind. Diese erfolgt häufig granoblastisch (das ist nicht parallel) und weist also auf eine gewisse Tiefe hin; es tritt keine Verglimmerung der Feldspäte auf. Man hat bei den Gneisen die Wahl anzunehmen, daß sie das Umwandlungsprodukt eines Granites sind oder aus einer aus Granit hervorgegangenen Grauwacke (Arkose) entstanden sind. Dies ist im Schliff nicht zu entscheiden.

Ein Gneis, der vom Villnösser Talausgange stammt, zeigt unter dem Mikroskop große Einsprenglinge, die meist stark von Sericit und trüben Punktierungen angefressen sind. Es lassen sich erkennen: Kalifeldspat mit eingewandertem Albit (= Perthit) und verzwillingte Albite, Albit-Oligoklas, Biotit fehlt. Die Grundmasse ist eine richtungslos angeordnete Masse von Muskovit und wasserhellen,

---

[1] Teller: Diorit von Klausen, l. c. 7.

neugebildeten Körnern von Quarz und wohl auch Albit. Kataklase fehlt ihnen gänzlich. Die Grundmasse fließt um die Körner herum. Es könnte ein umkristallisierter Granit sein.

Ein zweiter Schliff, der ebenfalls von einem Gneise des Villnößtales herstammt, ist dem vorigen ähnlich. In einer anscheinend neuen Quarz-Albit-Grundmasse liegen noch große Augenreste von saurem Plagioklas (Kalifeldspat nicht mehr sicher nachweisbar) und neugebildete Muskovite. Es könnte ein Aplit sein.

Ein Gneis aus dem Grödener Tale bei Dürsching ist dem vorigen nicht unähnlich. Unter dem Mikroskop erscheint er stärker parallel texturiert. Die Augen weniger deutlich, Bruchstücke davon auch in der Grundmasse. Sie sind wieder Perthit, daneben auch Schachbrettalbit (= ehemaliger Kalifeldspat). Außerdem kleinere, saure Plagioklase, Albit-Oligoklas. Kataklase fehlt. Viel Muskovit und Biotite vorhanden, letztere meist durch Chlorit ersetzt. Auch hier wäre ein Granit möglich. Andere Gneise sind gefältelt und enthalten in größerer Menge Neubildungen.

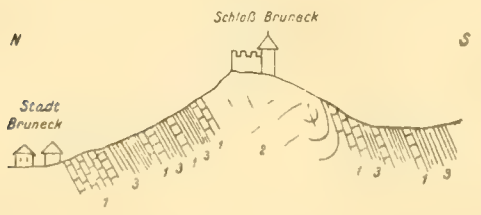
Aus dem Gesagten ersehen wir, daß wir hier eine Gruppe von typisch altkristallinischen Gesteinen vor uns haben, welche dem Altkristallin der Karnischen Alpen gleichzustellen wäre und auch dem der Altgneis-Zone verwandt ist.

D. Lagerungsverhältnisse.

1. Bruneck und Umgebung.

Betrachten wir vor allem die Umgebung von Bruneck. Das Städtchen liegt auf weißem Dolomit, der mit Marmor wechselt. Steigen wir von der Stadt zum Schloßberg empor und queren dann die Anlagen, welche der Verschönerungsverein auf dem Hange des Kuhberges angelegt hat, so gewinnen wir einen Einblick in die Lagerungsverhältnisse des Brunecker Kalkes. Erst finden wir weißen, dünnplattigen Marmor, der vielfach Rauhwacken als Zwischenlagen enthält und mit den Quarzphylliten wechsellagert. Im Steinbruch liegt weißer, splitteriger Kalk, der bisweilen in sandigen Dolomit übergeht. In letzterem sieht man keine Spur irgend einer Schichtung. Der Dolomit wird gegen Süden von weißem, dünnplattigen Marmor mit sehr steilem Südfallen überlagert. Die Marmore scheinen hinter dem Hause des Seilers eine windschiefe Falte zu bilden. Die Marmore wechsellagern mit den Quarzphylliten. (Skizze 1 siehe pag. 6.)

Fig. 1.



1. Weißer Dolomit. 2. Marmor. 3. Phyllit.

Die Quarzite und Quarzphyllite der südalpinen Serie kann man an der Straße, welche nach Reischach führt, sehen. Sie streichen erst Südwest, dann Südost, endlich geht diese Richtung in Süd und wieder Südwest über. Die Phyllite machen Verbiegungen im Streichen mit. Verbiegungen dieser Art sind in der ganzen Phyllitserie vorhanden. Man findet sie in größerem, kleinerem und kleinsten Maßstabe. Der Brunecker Kalk ist, wie schon erwähnt, mit den Phylliten so verwachsen, daß stellenweise Wechsellagerung eintritt. Auf welche Weise ist die Wechsellagerung von Marmor und Phyllit zu erklären? Die einfachste Lösung wäre wohl anzunehmen, Kalk und Phyllit seien gleichaltrig und das Wechsellagern sei ein stratigraphisches Ineinandergreifen. Diese Erklärung stößt aber auf mancherlei Schwierigkeiten. Der Kalk ist zwar fossilleer und eine Altersbestimmung infolgedessen nicht möglich, die Gesteinsfacies ist aber von jener der Silurbänderkalke, wie wir sie im Phyllit bei Nd. Rasen und auch weiter im Osten noch finden, so grundverschieden, daß wir keine Gleichaltrigkeit annehmen können.

Es ist auch nicht die Fazies der Marmore der Alt-Gneisserie. Der Kalk und Dolomit des Brunecker Schloßberges erinnert in seiner Ausbildung an die Erz führenden Kalke des östlichen Drauzuges. Dem Aussehen nach ist es also ein Triaskalk. Den Phylliten wird man aber kaum ein triadisches Alter zusprechen. Die Wechsellagerung ist also auf tektonischem Wege zu erklären.

Folgendes spricht dafür: Die Brunecker Triasscholle liegt an der großen Pusterer Störungszone, an der ja Verfaltungen von Phyllit und Trias und die Auflösung von Triasschollen in einzelne Streifen von geringer Mächtigkeit nicht nur keine Seltenheit, sondern äußerst häufig sind. Die Marmorbänder sind häufig von Rauchwacken tektonischen Ursprunges begleitet, es ist wohl auch die Umwandlung des Kalkes in Marmor auf Dynamometamorphose zurückzuführen. Auch die Phyllite sind an den Kontaktflächen mylonitisiert. Einige Eruptiva[1] begleiten den Brunecker Schloßberg.

Die Brunecker Scholle ist mit den Phylliten stark verfaltet. Sie verhält sich zu ihrer Unterlage, wie im Osten der Drauzug zu dem Altkristallin der Karnischen Kette. Durch den Brunecker Berg streicht eine gewaltige Störungslinie hindurch: die Pusterer Linie. Verfolgen wir nun diese Störungszone in ihrem Streichen nach Osten. Durch ungeheure Massen von Diluvial- und Alluvialschottern erscheint sie uns zunächst verdeckt. Erst bei den Gehöften von Unter-Wielenbach treffen wir sie wieder. Bei Unter-Wielenbach stehen schwarze Schiefer an, die viel weniger metamorph sind als die südalpinen Quarzphyllite und welche ihre Fortsetzung im Osten in den Silurschiefern des Eggerberges bei Innichen[2] haben. Man kann sie deshalb als Silurschiefer bezeichnen. Sie bilden eine steile Falte, deren äußerer, das ist der Südschenkel, steil nach Süden fällt, während der innere, das ist der Nordschenkel, flach nach Norden taucht.

Im Norden dieser Schiefer folgen, senkrecht stehend, die Muskovit-Biotitgneise. Zwischen diese schalten sich Bänder von Glimmerschiefern und Quarzit, die mit ihnen wechsellagern. Darüber liegt anscheinend flach — ein direkter Kontakt ist nirgends aufgeschlossen, sondern von den Moränen verdeckt — der Antholzer Granitgneis. Am Südrande ist er stark zertrümmert, so daß er durch die Verwitterung leicht zerfällt und dadurch die Unmengen Schutt liefert, die den Einblick in die Lagerungsverhältnisse dieser Gegend so sehr erschweren. So viel ist jedoch zu ersehen, daß zwischen den Silurschiefern und den Altgneisen eine Diskordanz und zwischen diesen und dem Granitgneis auch eine vorhanden ist. Wir befinden uns an der Pusterer Störungszone.

Noch deutlicher wird uns die Störungszone in den Gräben von Nasen, Schweineburg und Oberstall gezeigt. (Siehe topographische Spezialkarte Blatt Bruneck.) Im Graben von Nasen erscheinen an der Störungslinie einzelne Fetzen von Trias, die in schwarze Quetschschiefer eingebettet sind. Die Triasschollen sind von geringer Mächtigkeit, ein paar Kalkblöcke im Quetschschiefer sind alles, was von der Trias übrig geblieben ist. Hier sehen wir die Fortsetzung der Falte von Wielenbach: am orographisch linken, dem Südufer des Grabens, fallen die Silurschiefer steil nach Süden, am orographisch rechten Gehänge flach nach Norden und werden von flacher gelagerten Gneisen überschoben. An einigen Stellen liegen die Gneise über den schwarzen Quetschschiefern. Gneis und Granitgneis sind mylonitisiert.

Der Graben, der bei Oberstall in das Mittelgebirge eingeschnitten ist, gewährt uns einen guten Einblick in die Schieferserie. (Profile Tafel II.) Diese fällt steil nach Norden. Den Schiefern sind rötliche Quarzite eingelagert. Die Schiefer führen auch große, nicht gerundete (also keine Moränengeschiebe!) Blöcke von grauem Bänderkalk, die besonders an einer Stelle so zahlreich sind, daß man sie dort als anstehend betrachten kann. Sie liegen auch im Streichen der Kalke des Gehänges von Schweineburg, wo sie anstehen. In einem Graben, der zwischen Schweineburg und Burgfrieden den Abhang durchschneidet, findet man die grauen Silurbänderkalke mit den Schiefern und Quarziten anstehen. Auch eine Scholle von schwarzem, splitterigem Dolomit liegt in der Störungszone. (Profile Tafel II.)

Eine Aufzählung der Gesteinsfolge, die wir in diesem Graben queren, mag einen Begriff von deren Mannigfaltigkeit geben. Vom Tale ansteigend treffen wir auf:

1. Grünliche Silurschiefer,
2. Bänderkalk (wie bei Winebach bei Sillian),

[1] Siehe Hilleprand-Tschermak: l. c. 11.

[2] Furlani: Drauzug l. c. 15.

3. Rauhwacken,
4. Silurschiefer,
5. Bänderkalk,
6. Grünliche und graue Quarzite,
7. Silurschiefer,
8. Dunkle Dolomite,
9. Silurschiefer,
10. Bänderkalk,
11. Silurschiefer ($^1/_2$ *m* mächtig),
12. Bänderkalk,
13. Silurschiefer.

Moräne.

Diese Gesteinsfolge finden wir zum Teil im Graben von Nd. Rasen wieder. Es liegt also kein Grund vor, die Bänderkalke für nicht in die Serie gehörig zu betrachten. Über den Silurgesteinen liegt ein vollkommen zertrümmerter, grünlicher Granit und darüber ebenfalls diaphtoritisiert der Antholzer Granitgneis. Die Zertrümmerung der Gesteine hat im Vergleich zum Westen zugenommen und reicht auch weiter nach Norden, also tiefer ins Gebirge hinein. Der Lutterkopf, die Schindelholzer-Rudel sind bis hoch hinauf ein Schutthaufen, wovon gewaltige Murbrüche ein Zeugnis ablegen. Die Diaphtoritzone setzt sich nach Osten zum Toblacher Pfannhorn fort. So arg ist hier die Zertrümmerung der Gesteine, daß man nicht imstande ist, ein Handstück zu schlagen, weil der Gneis bei jedem Schlag mit dem Hammer in kleine Stücke zerspringt.

Wir stehen an einer gewaltigen Störungszone, die wir »Pusterer Störung« nennen wollen. Sie ist einerseits die Fortsetzung der »Judikarienlinie«, andrerseits die des »Draubruches«.[1] Eine scharfe Bruch- oder Überschiebungslinie ist sie aber nicht, sondern eine breite Störungszone, deren Mächtigkeit variiert. In dieser Zone berühren einander Südalpen und zentrale Ostalpen. Die Gebirge sind aber nicht übereinandergeschoben, sondern an ihrem Rande zertrümmert und die einzelnen Trümmer sind ineinander verkeilt. Die Trümmerzone läßt sich nach Osten über Winebach und Sillian bis an den Drauzug verfolgen, wo bei Abfaltersbach ein geschlossenes Gebirge an die Stelle der vereinzelten Triasschollen tritt. Der Drauzug ist steil gestellt und mit seiner Unterlage eng verfaltet. An seinem Nordrande zieht die Störungszone weiter, gegen Osten immer mehr an Intensität der Zertrümmerung abnehmend; bei Dellach im Drautale finden wir sie nur noch durch Zusammenpressung und Steilstellung der Schichten gekennzeichnet.

Bei Toblach tritt eine zweite tektonische Linie an die Pusterer Störungszone heran. Es werden hier die Altgneise an den sogenannten Turntaler Phyllit herangeschoben. Er ist auch an dieser Stelle stark reduziert, nimmt aber nach Osten hin an Mächtigkeit sehr rasch zu; im Meridian von Villgratten bedeckt er bereits eine viele Quadratkilometer breite Fläche.

2. Die Altgneise nördlich von Bruneck.

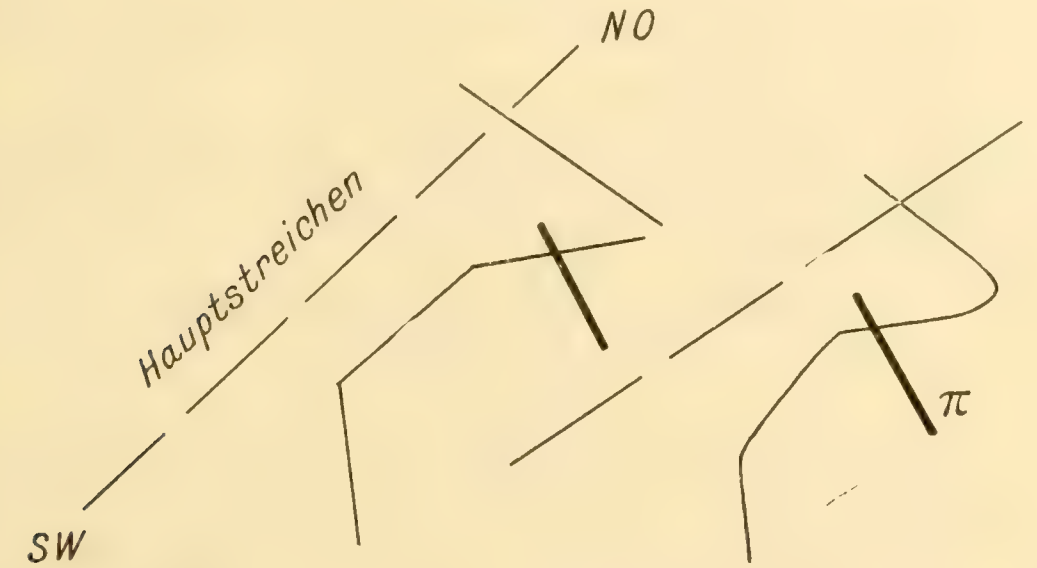
Der mächtige Stock von Antholzer Granitgneis liegt scheinbar flach über den Gneisen und Phylliten seines Südrandes. Tatsächlich ist er aber im engsten Faltenverbande mit den Altgneisen. Bereits eine Besteigung des Sambocks, nördlich von Bruneck, belehrt uns, daß die Orthogneise mit den Altgneisen wechsellagern. Die Paragneise sind von den Graniten intrudiert und hierauf kräftig verfaltet worden. Eine Gneismulde liegt bei dem Schlosse Kehlburg. (Profil Taf. II.) An ihren Rändern sind die Granitgneise diaphtoritisiert, die Gneise zerquetscht und von Harnischen durchzogen. Die Schichtstellung ist durchwegs steil.

[1] Geyer, Erläuterungen zur Karte Oberdrauburg-Mauthen, l. c. 20.

3. Die südalpinen Phyllite südlich von Bruneck.

Am Brunecker Schloßberg sind die Phyllite mit dem Kalke verfaltet. Im Osten von Bruneck bietet die Rienzklamm guten Einblick in die Phyllite. An dem Ausgange der Klamm fallen sie nach SW, in der Klamm flach nach S und bei der Lambrechtsburg steil nach N. Diese Änderung im Fallen erfolgt aber in der Richtung des Hauptstreichens, welches in kleineren Abschnitten verbogen ist, eine Erscheinung, die wir in den Phylliten immer finden werden. Die Änderungen im Streichen können wir noch besser auf dem Stegenerberg, westlich von Bruneck, beobachten. Bei der Brücke über den Ahrnbach streichen die Phyllite, die hier viel fester sind als im O (Einfluß des Brixener Granits?), nach SW, einige Schritte auf dem Wege zur Sonnenburg entlang dreht das Streichen nach S und etwas weiter im N nach NO. Dort, wo der Weg aus dem Mittelgebirge nach Stegen herabsteigt, haben wir O-Streichen. Auf einem ganz engen Raum ändert sich die Streichungsrichtung viermal; in ein Schema zusammengefaßt, gibt es folgendes Bild:

Fig. 2.



Der O streichende Phyllit wird von mehreren Porphyritgängen unterbrochen.

Auf dem Irrenberg liegt Brixener Granit. Bei Kiens treten die Quarzphyllite hervor. Sie fallen steil bergwärts, sind durch den Granit verändert und verfestigt. Nordöstlich von der Station Ehrenburg fallen die Phyllite nach S. Der Diorit des Liensberges durchschneidet sie quer aufs Streichen.

Auch bei dem Anstieg auf den Kronplatz sehen wir wieder die Verbiegungen im Streichen. Von Bruneck zum Kronplatz ansteigend, treffen wir erst auf N—S streichenden Phyllit, der über SO nach O dreht. Die Phyllite wechseln beständig mit Quarziten und häufig mit schwarzen Graphitschiefern ab. Das Fallen ist am Fuße des Berges sehr steil, gegen den Gipfel zu wird es flacher, auf dem Gipfel liegen die Schichten flach. Gegen Süden, gegen das Enneberg zu, stellen sich die Phillite wieder steiler und fallen nach S. Der Kronplatz ist eine Kuppel, deren Dach das breite Gipfelplateau bildet. (Profil 1, 2.) Auf den Phylliten liegt, flach S fallend, der Verrucano der Dolomiten. Doch auch der Kontakt Quarzphyllit—Südalpine Trias ist keineswegs ein einfacher Auflagerungskontakt, sondern weist starke Störungen auf. Besonders auf dem Jöchl bei St. Vigil (siehe Spezialkarte Blatt Toblach—Cortina d'Ampezzo) können wir gewaltige Zusammenpressung sehen. Am Jöchl zwischen Piccolein im Gadertal und St. Vigil sind Grödener Sandstein und Phyllit senkrecht gestellt. Der Grödener Sandstein fällt Süd, der Phyllit SO, so daß eine Diskordanz entsteht. Die Gipse des Bellerophonkalkes sind am Jöchl ausgequetscht, in der Tiefe aber zusammengestaut und sehr stark gefältelt. Die roten Mergel und grauen Kalke der Werfener Schichten sind oberhalb Piccolein abgeschert und in die Gipse hineingepreßt. Ein Phyllitkeil ist mitten in den Grödener Sandstein hineingespießt, ist im Tale ziemlich breit und keilt nach oben hin aus. Dieser Phyllitkeil setzt sich auf das linke Ufer des Gadertales fort und ist im Graben, der von den Häusern von Proksch ins Gadertal hinabzieht, aufgeschlossen. Auch

hier ist Phyllit im Grödener Sandstein eingebettet. Quarzphyllit und Verrucano sind an der Basis der Südalpen verschuppt. An der Karspitze bilden die Werfener Schichten mehrere Mulden, in deren Kern wir bisweilen etwas Gips finden. (Profil 3, 4.) Vom Jöchl zieht der Rücken des Piz Plais gegen Zwischenwasser herab. Er ist von geradezu undurchdringlichem Wald bedeckt, so daß ein Einblick äußerst erschwert wird. Aufschlüsse liefern nur die Straße im Gadertal und einige Holzwege. Bei Zwischenwasser fallen die Phyllite nach S, dann nach N und gegen das Jöchl zu nach S. Sie bilden eine Mulde und dann einen Sattel, dessen Außenschenkel von dem Grödener Sandstein abgeschert wird.

Die zwei Schuppen an der Basis des Trias setzen sich über die Gader, durch den Prokschgraben aufgeschlossen, nach W fort zum Col di Clames, wo der Phyllit im Grödener Sandstein eine Antikline bildet. Einer der Gräben, die linker Hand in die Gader münden, schneidet den Sattel an. Der Rücken des Sattels, der schräg angeschnitten ist, liegt zutage. Die Schuppen gehen im Streichen in Falten über.

Die Erscheinung, daß an der Auflagerungsfläche des Verrucano auf den Phyllit Verschuppung der Unterlage eintritt, können wir auch im Osten in Sexten beobachten.[1] Dort fällt der Verrucano vorwiegend nach N unter die Phyllite ein.

Der Phyllit südlich von Bruneck zeigt also folgende Lagerung: er bildet eine Kuppel, deren Achse in der Richtung Kronplatz—Piz da Plais—Astjoch—Lüsener Alpe verläuft. An der Grenze gegen den Verrucano und Grödener Sandstein ist der Phyllit mit jenem verschuppt und verfaltet, so daß der ursprüngliche Auflagerungskontakt verwischt wird.

4. Die Phyllite von Afers, Villnöss und Gröden.

(Siehe Spezialkarte Blatt Klausen.)

Bevor ich mit der Besprechung der Lagerungsverhältnisse dieses Gebietes beginne, muß ich vorausschicken, daß die Untersuchungen nicht abgeschlossen, sondern äußert lückenhaft sind. Es fehlen noch viele Begehungen des Geländes, dessen Bearbeitung ich erst im Sommer 1913 begann und im Sommer 1914 bereits unterbrechen mußte. Seither haben die Kriegsereignisse und die Folgen derselben eine Fortsetzung der Studien unmöglich gemacht. Da aber die wenigen Beobachtungen immerhin von Interesse sind und die Verhältnisse wohl kaum eine baldige Fortsetzung der Arbeiten erlauben werden, so will ich das wenige veröffentlichen. Was ich hier berichte, bedarf also vielfacher Revisionen und Vervollständigungen.

Am Eingang in das Afrertal, bei der Talsperre, finden wir flach S fallende Gneise, die zahlreiche Quarzadern und Zwischenlagen von biotitreichen Schiefern enthalten. Wir treffen hier, uns von N nach S bewegend, das erstemal auf den altkristallinen Teil der Unterlage, welcher bei Milleins in Villnößtale und bei St. Peter im Gröden wieder auftaucht. Die Gneise bilden im Afers und im Villnöss eine den Phylliten isoklinale Platte, im Gröden ein Gewölbe und sind ebenso wie die Phyllite von Porphyritgängen durchbrochen.

Auffallend ist die starke Metamorphose der Phyllitserie im unteren Afrertal. In den Phylliten kommen große quergestellte Biotite vor, manche Stellen sind reicher an Muskovit, so daß Glimmerflatschen entstehen, wie in den Laaser Schichten. Manchmal sind die Phyllite schlackig und fest.[2] Auch die schlackenartigen, schwarzen, kohlenstoffreichen Schiefer sind wohl auf Kontaktwirkungen zurückzuführen. Es ist mir aber auf den wenigen Begehungen nicht gelungen, das Gestein zu finden, welches diese Veränderungen bewirkte. Oder sollten diese durch den Klausener Diorit hervorgerufen sein? Sicher ist, daß sie im Osten fehlen und im Westen gegen den Talausgang hin zunehmen. Über diesen Gesteinen liegen am Talausgang Gneise, die SW streichen und S fallen. Es hat also eine Umkehrung der Schichtfolge stattgefunden. Ob und wie diese Gneise sich im W des Eisacktales

---

[1] Furlani: Drauzug, l. c. 15.

[2] Teller und John: l. c. 7.

fortsetzen, konnte ich nicht feststellen. Ist uns im Afrertal die starke Veränderung der Gesteine aufgefallen, so wird im Villnößtale der Reichtum an Eruptivgängen unsere Aufmerksamkeit erregen. Porphyrite und Diabasdiorite durchbrechen sowohl Phyllite wie Gneise. Eine Gneiszone zieht ungefähr dem Taleinschnitte parallel von Milleins zum Talausgang, doch so, daß das Tal knapp an der Grenze verläuft und teilweise im Phyllit eingeschnitten ist. In der Tiefe des Tales erscheint unterhalb St. Peter im Villnöß eine Scholle von Verrucano und Quarzporphyr in den Phyllit eingesunken: wir stehen an der Villnösser Linie.[1] (Profil 5.) Diese streicht dem Tale entlang und bringt hier den Phyllit des Südflügels mit den Gneisen des Nordflügels in Berührung. Zertrümmerung kennzeichnet die Störungslinie, Der Quarzphyllit ist schwarz, mürb, zerfällt bei der geringsten Berührung und nur einzelne Knollen darin sind hart. Zwischen Glaz und Milleins, wo die Straße am rechten Ufer des Baches dahinführt, finden wir eine wüste Trümmerzone. Inmitten des ganz ruinierten Gesteins sind nur einzelne Teile, die bisweilen gangartig angeordnet sind, noch so erhalten, daß man aus ihnen einen Dünnschliff herstellen kann. Die Untersuchung dieses Gesteins lehrte, daß es sich um eine Grauwacke handle, die wahrscheinlich jünger als die Quarzphyllitgruppe ist. Da wir uns an der Villnösser Linie befinden, darf uns dies nicht wundern; es handelt sich offenbar um eine Grauwacke, welche den untersten Gliedern des Verrucano angehört.

Den Talausgang bilden Gneise. Auch im Villnöß ist die Metamorphose der Phyllite gegen W hin eine beträchtliche, was zweifelsohne auf den Einfluß des Klausener Diorites zurückzuführen ist.

Der generelle Bau und die Anordnung der Gesteine ist im Grödener Tale ganz analog denen von Afers und Villnöß, nur bilden die Gneise eine Kuppel, die von St. Peter im Gröden gegen den Talausgang hin streicht. Die Endklamm liegt teilweise im Phyllit und teilweise in jenen Eruptivgesteinen, die das Gefolge des Klausener Dioritstockes bilden.

II. Die Trias des Eisack- und Pensertales.

Die Zone der Altgneise streicht im Norden des Pustertales nach W weiter und biegt zwischen Sterzing und Mauls in das SW Streichen um. In diesen Altgneisen liegen die Triasschollen. Sie haben also eine andere Lage als die Schollen des Pustertales, die an der Südgrenze der Gneise sich befinden. Die Triasschollen des Eisack- und Passeiertales haben eine ähnliche Lage wie im Osten die Scholle von Kalkstein.

Vom Osten nach Westen können wir folgende Triasschollen unterscheiden:

Die Scholle von Mauls,

die Scholle des Zinseler,

die Scholle Weißhorn—Wannser Joch.

Am vollständigsten ist die Schichtfolge in der Scholle von Mauls. Sander[2] beschreibt die Schichtfolge und unterscheidet folgende Glieder:

1. Talkschiefer und Wackengneise.
2. Rötliche und graue Bänderkalke.
3. Rauhwacke.
4. Dunkle, gut geschichtete Kalke.
5. Heller zerknitterter Dolomit mit Gleitblättern.

1. Talkschiefer und Wackengneise.

Die Wackengneise enthalten als Hauptbestandteil einen vollkommen zertrümmerten Granit, der bisweilen, wie am Weißhorn, eine beträchtliche Mächtigkeit annimmt. Er befindet sich sehr häufig im

[1] v. Mojsinowics: Dolomitriffe, l. c. 2.

[2] Sander: Brixener Granit, l. c. 13.

Gefolge der Trias. Sander beschreibt noch ein zweites als den häufigsten Typus der hierzugehörigen Gesteine, es ist ein Schiefer mit länglichen, schwarzen Flecken in weißer Grundmasse. Dieses Gestein liegt in untrennbarem Verbande mit seiner Unterlage, dem Phyllitgneis. Es bildet nicht die Gefolgschaft des Trias, wie der Granit-Mylonit. Die Granite werden besonders auf der Penser Seite des Rötenspitz sehr mächtig und enthalten dort Nester von Turmalin. Auch Amphibolite treten in ihrem Gefolge auf. Sander beschreibt sie vom Gröllerjoch, wo eine größere Menge von körnigem Amphibolit auftritt. Über der Gruppe der Wackengneise, die also vorwiegend aus Granit, Amphibolit und jenem weißgrauem Schiefer bestehen, liegt der Verrucano. Er tritt in der Gegend des Penser Joches als typischer Verrucano mit groben Quarzgeröllen auf. Der Verrucano ist ein so gut unterscheidbares Gestein, daß ich diesen und die Verrucanoschiefer von der Gruppe der Wackengneise trennen möchte.

2. Verrucano und Verrucano-Phyllit.

Teils als typisches Verrucano-Konglomerat, teils als mehr oder weniger sericitischer Schiefer entwickelt. In Mauls ist nur letzterer vorhanden, dafür wurde von Pichler der Name »Maulser Verrucano« gebraucht. Im Seiterbergtale (Jaufengruppe) und im Zinseler Kamm (Pt. 2200 *m*) aber, wo der Verrucano in großer Mächtigkeit auftritt, kann man Übergänge aus dem groben, typischen Verrucano-Konglomerat, das Quarz, seltener auch Quarzporphyrgerölle führt, in eines von feinerem Korn und schließlich in den sericitischen Schiefer beobachten.

Der Verrucanoschiefer ist überall sehr stark gepreßt, die Konglomerate aber sind kaum beeinflußt. Bei Mauls ist der Verrucano wenig mächtig und besteht nur aus den feinen Konglomeraten und den Sericitschiefern. Im sogenannten »Himmelreich« bei Mauls tritt in Gesellschaft des Verrucano der Granit-Mylonit auf, begleitet von Altgneisen (Maulser Silikatschiefer).[1]

3. Der Muschelkalk.

Dieser besteht an der Basis aus Tonglimmerschiefern, welche von Termier zur Trias gerechnet wurden.[2] Darüber liegen braune oder gelbliche Sandsteine, die starke Ähnlichkeit mit den Buntsandsteinbildungen des Engadins zeigen. Häufig fehlen die Tonglimmerschiefer und dann geht der Buntsandstein aus dem Verrucanoschiefer hervor.

Auf die Sandsteine folgen Bänderkalke von grauer oder rötlicher Farbe. Sie sind ziemlich stark kristallinisch. Manchmal wittern sie rostbraun an und führen Kieselknötchen. Auf ihre Ähnlichkeit mit den Tarntaler Bänderkalken und jenen am Nordhang der Gamskarspitze nördlich vom Tuxer Joch wurde von F. E. Sueß[3] und Sander[4] hingewiesen. Die Kieselknötchen dürften vielfach auf Fossilspuren zurückzuführen sein und es glaubte Albr. Spitz an einem Stücke, welches vom Südhange des Weißhorns stammt, eine *Spirigera trigonella* zu erkennen. Mit den Bänderkalken wechseln dünnplattige, schwärzliche Dolomite, deren Schichtflächen von Tonhäuten überzogen sind, die braun anwittern. Diese schwarzen Dolomite zeigen oft starken Geruch nach H_2S, worauf Sander[5] wiederholt hinwies. Besonders im Muschelkalke von Stilfes sind diese Dolomite stark vertreten. Die Fazies des Muschelkalkes stimmt mit jener der Engadiner Dolomite vollkommen überein; Handstücke aus dem Engadin und vom Zinseler oder Weißhorn kann man nicht unterscheiden. Auf die Ähnlichkeit der Engadiner Triasfazies mit jener der Tarntaler Köpfe und von Mauls weist Spitz[6] in einer seiner letzten Arbeiten hin und für die Trias des Sarntales kann dies nur bestätigt werden.

---

[1] Sander, Brixener Granit, l. c. 13.

[2] Termier, l. c. 9.

[3] Sueß, l. c. 8.

[4] Sander, l. c. 14.

[5] Sander, W. Ende der Tauern, l. c. 14.

[6] Spitz, Mesozoikum der Tarntaler Köpfe, l. c. 17.

In den unteren Kalkhorizont gehören auch die schwarzen Kalke, welche besonders schön im Graben des Gansörbaches bei Mauls, im »Himmelreich«, entwickelt sind. Es sind wohlgeschichtete, bald dicker, bald dünner gebankte Kalke, die manchmal Nester von ungeschichtetem weißen Kalk enthalten.

Fossilspuren sind nicht selten, doch zu einer Bestimmung stets unbrauchbar. Im Dolomit kommen häufig Rauhwackenlagen vor, welche von denen des Gyroporellen-Dolomits zu trennen sind. Über den Muschelkalken liegt

4. Der Gyroporellen-Dolomit.

ein heller, weißer, klotziger Dolomit, der ungeheuer reich an diesen Kalkalgen ist. Manchmal besteht das ganze Gestein nur aus Gyroporellen. Am Zinseler zeigen auch diese Dolomite starken Geruch nach H_2S.[1] Bei Mauls kommen verkieselte Lagen vor, die aus reinem, weißen Quarz bestehen. Im Streichen geht eine Dolomitbank in Quarz über. Unter dem Mikroskop sehen wir, daß auch hier das Gestein aus lauter Gyroporellen besteht, die also verkieselt sind. Es sind Pseudomorphosen von Quarz nach dem ursprünglichen Kalkgestein.

Im Obernbergtale führen die Dolomite Nester von pechschwarzem Hornstein, wie Sander hervorhebt.

Unter den Diploporen ist *Dipl. annulata* die häufigste. Es kann also kein Zweifel herrschen, daß der Dolomit zur Obertrias gehöre und in der Sarntaler Trias die ladinische Stufe vertreten sei.

Auch in den Dolomiten kommen Rauhwacken vor, die ich aber für tektonischen Ursprungs halten möchte.

Von den gleichaltrigen Diploporen-Dolomiten von Kalkstein unterscheiden sich die des Sarntales durch ihre hellere Farbe. Jene sind fast durchwegs dunkelgrau oder schwarz, diese weiß oder hellgrau.

Über dem Gyroporellen-Dolomit liegt im Profil des Weißhorns ein gelblicher, sandiger Dolomit und Kalk, welcher dem Raibler Horizont des Engadins ähnelt. Ich möchte diese Gesteine deshalb auch als

5. Raibler Schichten.

ausscheiden. Es sind Bildungen von geringer Mächtigkeit, die aber am Weißhorn und im Obernbergtale als kontinuierliches Band an der oberen Grenze des Diploporen Dolomites hinziehen. Sie sind, wie schon gesagt, gelbliche Dolomite, die in verwittertem Zustande das Vorhandensein von gelben und braunen Sandsteinen vortäuschen können. Die Dolomite führen Primärbrekzien und Zwischenlagen von schwarzen, tonigen Schiefern. Der Dolomit hat viel Ähnlichkeit mit dem Raibler Dolomit des Engadins.

In der Trias des Sarntales hätten wir also folgende Schichtfolge:

1. Phyllitgneis,
2. Wackengneis und Granit,
3. Verrucano-Konglomerat,
4. Verrucanoschiefer,
5. Buntsandstein (skythisch),
6. Muschelkalk, Bänderkalk und Dolomit wechsellagernd (anisisch?),
7. Gyroporellen-Dolomit (ladinisch),
8. Raibler Schichten (karnisch).

Die Fazies stimmt mit jener des Engadins vollkommen überein und zeigt große Ähnlichkeit mit der Triasfazies der Tarntaler Köpfe und der Scholle von Kalkstein. Diese Fazies nannte A. Spitz Zentralalpine Fazies. Von der Trias des Drauzuges und den Schollen des Pustertales unterscheidet sie sich vor allem durch die Entwicklung des Muschelkalkes, den im Pustertal niemals durch Bänderkalke vertreten ist. Die Kieselnester im Diploporen-Dolomit erinnern an die Reiflinger

[1] Sander, Westende, l. c. 14.

Kalke der Nordalpen, die ja ungefähr gleichaltrig sind. Die gelben, sandigen Dolomite und Kalke der Raibler Schichten können mit jenen der Südalpen verglichen werden. Ebenso ist das Verrucano-Konglomerat ein typisch südalpines Glied. Die Trias des Eisack- und Sarntales hat südalpine sowie nordalpine Anklänge, was uns bei einer Entwicklung, welche zwischen den beiden liegt, nicht wundern darf. Diese Triasfazies entspricht den Ablagerungen einer Provinz, welche sich vom Engadin über Ortler—Sarntal—Tarntaler Köpfe bis nach Kalkstein erstreckt. Die Trias des Sarntales gehört ihrer Ausbildung nach zu der Zentralalpinen Fazies.

Die Lagerungsverhältnisse der Triasschollen des Eisack- und Pensertales.

(Siehe Spezialkarte Blatt Sterzing-Franzensfeste.)

Wenden wir uns vor allem der Scholle von Mauls zu. Die Triasfelsen bilden den Nordhang des Eisacktales und beginnen ungefähr bei den Ruinen des Schlosses Welfenstein und streichen nach NO ins Tal des Gansörbaches, überschreiten diesen und enden dann knapp jenseits des Baches im Gneis. Die Scholle ist stark gestört und es tritt darin öfters Wiederholung der Schichtfolge ein.

Überquert man den Maulserbach bei der Kirche des Dörfchens Mauls und steigt den Berghang zu den Gehöften von Nd.-Flans hinan, so trifft man gleich neben der Brücke zertrümmerte Gneise und Phyllitgneise mit Nordfallen an. Schräg ansteigend kommt man in Bänderkalke und Dolomit. Jene stehen saiger, der Dolomit liegt auf den Marmoren und fällt nach außen, gegen den Bach zu. (Profile Taf. II.)

Der Dolomit bildet höher oben eine zweite Lage. Beide sind Gyroporellen-Dolomit, wir haben also einen steilen Sattel vor uns, dessen Schenkel geschert sind und in dessen Kern die Marmore zutage treten. Die obere Dolomitlage ist die mächtigere. In dieser liegt die untere Terrasse des Maulserbaches.

Über dem Dolomit liegen ein paar Lagen von dünnplattigen, sandigen, gelblichen Kalken. Auf der Terrasse liegt eine trostlose Dolomitschutthalde, die sich bis zum obersten letzten Dolomitwandl hinaufzieht. An der Basis dieses Dolomits tritt wieder Bänderkalk auf. Dieser Dolomit ist schwarz, zeigt auf den Schichtflächen die charakteristischen Tongallen und Kieselknollen: es ist Muschelkalkdolomit. Zwischen ihm und dem Gyroporellen-Dolomit darunter schalten sich Brekzien und Rauhwacken ein; darüber folgt wieder Gyroporellen-Dolomit, welcher den Muschelkalkdolomit stellenweise ganz verdrängt. Wo Dolomit auf Dolomit liegt, ist eine Trennung natürlich sehr erschwert.

Betrachten wir einige Profile durch die Maulser Scholle. (Profile Taf. II.) Im ersten dieser Serie sehen wir den Kontakt der Trias gegen die Kalkphyllite. Er ist natürlich ein Störungskontakt. Verrucano und Bänderkalk stoßen mit sanfter Verbiegung an die Kalkphyllite. Mächtige Diluvialbrekzien verschmieren aber das Gehänge und verdecken jeglichen Einblick. Sie bestehen nur aus Kalkphyllitbrocken. Etwas höher oben am Hange tritt Diploporen-Dolomit auf. Dieser gehört der ersten Schuppe an. Sie besteht aus:

1. Verrucano,
2. Bänderkalk,
3. Diploporen-Dolomit.

Im Graben, der vom Schlosse Welfenstein gegen Nieder-Flans hinaufführt, ist die zweite Schuppe entwickelt. Im Graben bilden die Bänderkalke eine Mulde. Darunter erscheint Verrucano und Phyllitgneis, darüber abermals Verrucano und wieder Phyllitgneis. Die zweite Schuppe ist also wellig verbogen. Die dritte besteht wieder aus: Gneis, Verrucano, Bänderkalk und Diploporen-Dolomit, welcher eine Einfaltung von schwarzem Muschelkalk enthält. Der Dolomit ist sehr mächtig, was durch tektonische Zusammenschoppung zu erklären ist.

Die Schuppe I verschwindet gegen NO zuerst. An der Basis der obersten Schuppe treten mächtige Rauhwacken und Brekzien auf. Allmählich stellen sich auch die Bänderkalke und der schwarze und graue Kalk des Muschelkalkes an der Schubfläche ein. Flans liegt auf Kalk, der flach dem Gyroporellen-Dolomit aufliegt. (Profile Taf. II.)

Hinter der Kirche von Mauls sind nur mehr 3 Schuppen vorhanden; knapp oberhalb der Kirche tritt der Gyroporellen-Dolomit an den Bach heran. Die Basisschichten sind verschwunden; vom Bache ansteigend trifft man:

1. Gyroporellen-Dolomit,
2. Bänderkalk, seiger und sehr stark gepreßt, in der Mitte eine Lage von Rauhwacke führend,
3. Gyroporellen-Dolomit,
4. Bänderkalk,
5. Rauhwacke und Muschelkalk,
6. Gyroporellen-Dolomit,
7. Gneis.

Der untere Dolomit fällt deutlich nach außen, das zweite Dolomitniveau nach innen. Es ist der bereits erwähnte steile Sattel. Im Profil, das wir längs des Gansörbaches im sogenannten »Himmelreich« begehen können, sehen wir wieder die Basisschichten, und zwar Verrucano-Phyllit und den Granit-Mylonit, den ich im Profil der Einfachheit halber als Verrucano bezeichnet habe. Darauf liegen die Bänderkalke, steil 70° N fallend. Die Oberflächen sind wellig verbogen. Aus den Bänderkalken entwickeln sich die dunkelgrauen, grobgebankten Kalke, die gefaltet sind. Darüber liegt Diploporen-Dolomit. Immer dem Bache folgend, durchquert man noch zwei Schuppen von Gyroporellen-Dolomit, die mit Verrucanoschiefer beginnen. Der Muschelkalkdolomit der zweiten Schuppe zeigt an einer Stelle auffallend stark knollige Schichtflächen, die an das Aussehen der Reiflingerkalke erinnern. Über dem Diploporen-Dolomit folgen die Altgneise, welche mit quarzitischen Lagen, die flach 20° N fallen, beginnen und sich allmählich steiler stellen. Das Fallen beträgt durchschnittlich 45° NO.

Gegen Osten keilt das Maulser Mesozoikum in den Gneisen aus. Die Maulser Scholle zerfällt also in 4—5 kleinere Schollen, die sich im Streichen teilweise ablösen. Das Verflächen schwankt zwischen flach und saiger.

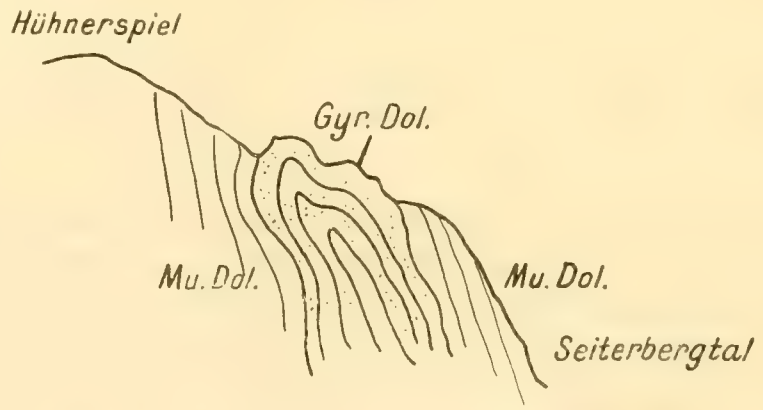
Die Schollen des Zinseler: (Profile Tafel II.)

Steigt man von Sterzing auf dem rot markierten Wege zum Zinseler empor, so quert man zuerst die steil, bisweilen saiger stehenden Kalkphyllite, die vom Thumburger Hügel im Eisacktal herüberstreichen. Die Kalkphyllite fallen erst nach NW, höher oben nach SO, also in den Berg hinein. Hart an der Grenze des Fensters treffen wir auf eine Lage von Quarzphyllit von zentralalpinem Habitus und einen weißen Quarzit, der dem Quarzite von Thuins gleicht. Dann gibt es wieder Kalkphyllit, steil SO fallend, und endlich einen schwarzen Phyllit von zentralalpinem Aussehen. Nun sind wir auf der Gupperterrasse angelangt und Moränen verdecken den Rand des Fensters. Oberhalb Gupp treffen wir auf die Phyllitgneise. In diesen sehen wir dort, wo der Weg eine breite Lawinenbahn quert, eine schöne Falte, von welcher ein Schenkel steil nach NW einfällt, während sich der andere flach nach O neigt.

Im Zinseler Kar haben wir die Jaufengneise erreicht, sie führen dort Lagen von dunklem Augengneis. Letztere streichen nach SW, bis ins Obernbergtal, wo sie am Grenzkamm zwischen Jaufen und Obernberg in großer Mächtigkeit entwickelt sind. Steigen wir aus dem nördlich gelegenen Kar zum Zinseler Gipfel, so erreichen wir dort, wo das Kar endet, die Wackengneise, die hier durch den Phyllit mit dunklen Flecken vertreten sind. Am Kamm liegt eine Lage von Granit, worauf wieder Phyllit mit Flecken, Biotitschiefer und Glimmerschiefer folgen. Daraus ersehen wir, daß dieses Gestein der Wackengneisserie in engstem Verbande ist mit den Gesteinen des Jaufen, das ist der Serie der Altgneise. Erst vom Gipfel des Zinseler aus erblicken wir die Trias, die von Stilfes durch den Stilfeser Graben zum Punkte 2200 *m* und von dort gegen den Zinseler sich hinzieht. Am Zinseler ist sie auf ein schmales Verrucanoband reduziert, um im W davon im Hühnerspiel wieder zu ansehnlicher

Mächtigkeit anzuschwellen. Den Gipfel des Hühnerspiel bildet flacher Phyllitgneis, der sich an der Flanke, die ins Seiterbergertal hinabführt, steil stellt; dort tritt die Trias wieder hervor. Besonders der Verrucano ist sehr mächtig, er ist wohl durch den Gebirgsdruck dort zusammengestaut und bildet die Fortsetzung des Verrucanostreifens am Zinseler. Am Südrande des Hühnerspiel sehen wir die Diploporen-Dolomite eine Falte bilden und dann steil ins Seiterbergertal hinabschießen. (Fig. 3.) Zu beiden

Fig. 3.

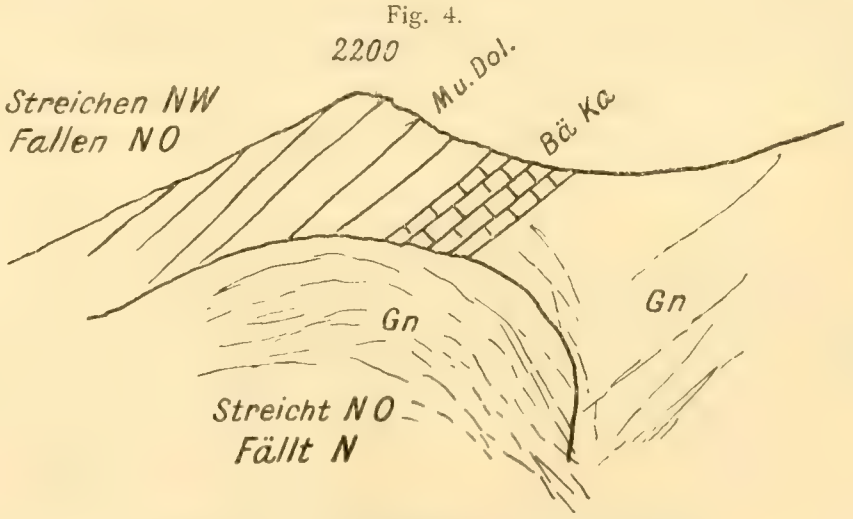


Falte von Gyroporellendolomit im Muschelkalkdolomit.

Seiten des Dolomits treten die Basisschichten hervor. In diese weichen Gesteine hat die Erosion tiefe Einrisse gegraben. Gegen den Gänsekragen hin liegen unter dem Verrucano Gneis und Granit. Dieser erreicht über dem Kar des Seiterbergertales seine größte Mächtigkeit und bildet auch die Blockhalden des Kares. Am Gänsekragen treffen wir auf einen hochmetamorphen Gneis, der große Kristalle von Granat und Cyanit führt, die »mineralführende Serie« Tellers. Dieser Granatgneis liegt im Kern einer Mulde, welche im Eggerkar angedeutet ist. Gegen das Penserjoch kommen unter den Nord fallenden Granatgneisen wieder die Phyllitgneise hervor, in denen eine Lage von Verrucano liegt, der aber nicht der Hühnerspielscholle, sondern einer tieferen angehört.

Wenden wir uns vom Zinseler dem Punkte 2200 zu. (Profile Tafel II.) Schwarze Quetschschieferlagen zeigen an, daß wir uns in einer Zone der Störung befinden. Diese Quetschschiefer durchziehen den »Wackengneis«, der hier reich an groben Feldspatausscheidungen ist. Hierauf folgt Muschelkalk und Dolomit. Der Dolomit gehört zum Muschelkalk, was man an den gelblichen Tonhäuten erkennen kann. Dann kommt ein Band von Kristallin, auf dieses eine Lage Buntsandstein, Muschelkalk und Dolomit und wieder Kristallin. Dieses schert den Kalk und Dolomit lokal quer ab und zieht bis ins Kar hinunter. (Fig. 4.) Schuppe II verschwindet als Linse nach unten zu und ist im Osten nur

Fig. 4.



Diskordanz am Punkt 2200. Trias gegen Gneis.

als Trümmerzone vorhanden. Über dem Kristallin von II liegt die Schuppe III, diese bildet die großen Gyroporellen-Dolomitwandeln, welche vom Eisacktal aus gesehen, durch die bleiche Farbe auffallen.

Gegen O treffen wir die normale Schichtfolge, das ist Muschelkalk und Dolomit wechsellagernd, darüber Gyroporellendolomit; daß an der Basis auch Verrucano vorhanden sei, ersehen wir aus einem Fenster in der Schuppe III; es kleben hier die Dolomite am Hange und lassen an ihrem Grunde Bänderkalk und Verrucano sehen.

Noch weiter gegen Osten sind I und II in einen Trümmerhaufen aufgelöst, der im Verrucano steckt. Wir befinden uns nun dort, wo der Punkt 2200 zu den »Weißen Wiesen« sich abdacht; eine kleine Rinne liefert uns Aufschlüsse. Hier endet die Triasscholle; das Kristallin, welches den Kamm bildet, stößt diskordant am Verrucano und am Dolomit ab.

Wir haben wieder die Schuppe I vor uns, die aber auch wie II in mehrere kleinere von Buntsandstein, Kalk und Dolomit zerfällt.

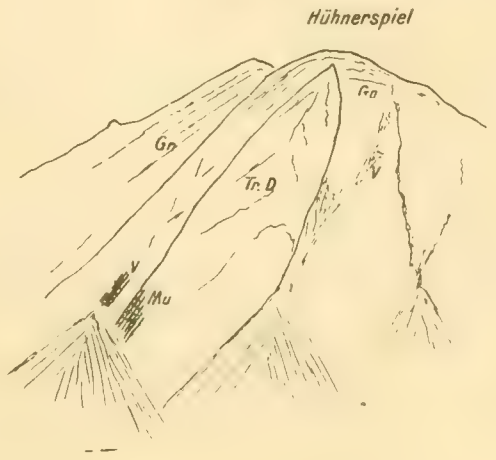
Die Scholle des Punktes 2200 zerfällt vorwiegend in drei Schuppen, welche durcheinander und ineinander verspießt sind. Besonders auffallend sind die zahlreichen Scherungskontakte.

Betrachten wir nun die Fortsetzung der Zinseler Hühnerspielscholle nach W hin.

Vom Hühnerspiel zieht die Trias, die zahlreiche Kleinfalten zeigt, ins Seiterbergtal hinab, wo wir am orographisch rechten Gehänge schöne Aufschlüsse finden.[1] (Fig. 5.)

Mit einer kleinen Verschiebung nach N überquert die Trias das Tal und ändert ihre Streichungsrichtung in Nordsüd.

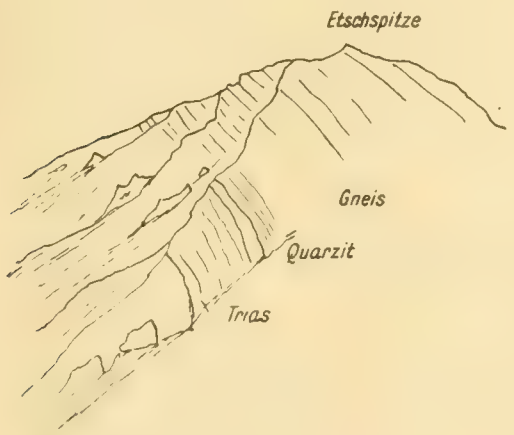
Fig. 5.



Rechtes Gehänge des Seiterbergtales. Triaslinse am Hühnerspiel.

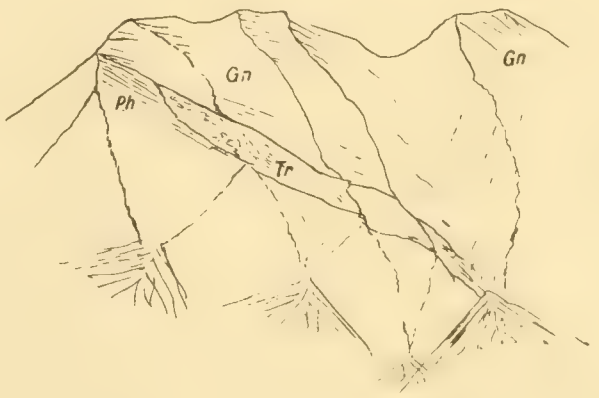
Am Hange des Rötenspitz streicht sie durch und keilt in der Nähe der Wasserscheide zwischen Gänsekragen und Rötenspitz aus. Den Kamm erreicht sie nicht mehr. (Fig. 6 und 7.)

Fig. 6.



Auskeilen des Trias an der Etsch und Rötenspitz am linken Gehänge des Seiterbergtales.

Fig. 7.



Auskeilen des Trias am Rötenspitz.

Von der Etschspitze zum Rötenspitz querend kann man das Dolomitband begehen. In den Runsen sind hie und da auch Bänderkalk und Dolomit aufgeschlossen. Die Trias fällt unter die Jaufengneise, die mit sehr zertrümmerten, grauen Quarziten beginnen. Die Quarzite werden allmählich glimmerreicher und gehen in Glimmerschiefer und Gneise über. Unter der Trias liegen erst die Wackengneise und darunter Phyllitgneis und Gneis, welcher die Wasserscheide bildet. Die Granatgneise sind hier nicht vorhanden. Der Grat vom Rötenspitz bis zum Weißhorn besteht aus Phyllitgneis. Am Ötschspitz liegen Augengneise mit mächtigen Feldspataugen.

[1] Sander, Westende, l. c. 14.

Am Weißhorn tritt die Trias wieder auf.

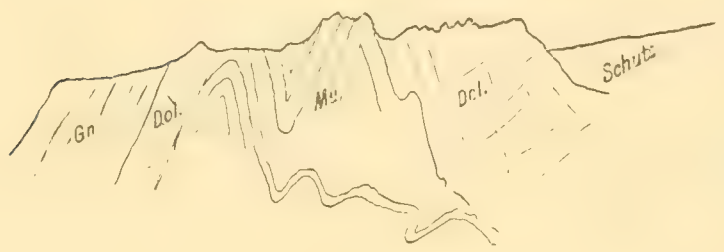
Die Scholle des Weißhorns: (Profile Taf. II.)

Es sind graue, sehr stark gepreßte und gefältelte Bänderkalke des Muschelkalkes, welche unter den Südwänden des Weißhorns erscheinen. Dazwischen liegt Kalk mit Hornstein und braunen Tonhäuten, ganz ähnlich dem Muschelkalk des Engadins, dem Retziendolomit.[1] Das Fallen ist N. Über dem Muschelkalk liegt Gyroporellen-Dolomit und über diesem ein gelblicher Dolomit mit Primärbrekzien und schwarzen Schiefereinlagen, der den Raibler Dolomiten der Engadiner Fazies ähnelt. Dieses Band zieht bis ins Obernbergtal hinab und verschwindet wie die übrige Trias im Schutt. Unter dem Bänderkalk liegt der Granitmylonit (»Wackengneis«) mit querliegendem Chlorit und zahlreichen Scherflächen.[2] In diesem liegt auf der Obernberger Seite des Kares, zwischen Mudatsch und Weißhorn noch eine Linse von Dolomit und Bänderkalk und gelbem Dolomit. Der Kontakt vom Bänderkalk und Gyroporellen-Dolomit der Hauptschuppe ist auch nicht eine einfache Linie, sondern zeigt Verspießungen und Scherungen: an einer Stelle spießt der Bänderkalk in den Dolomit hinein. Gneis und Trias aber sind parallel gestellt.

Die Trias des Wannser Jochs. (Profile Taf. II.)

Quert man vom Kar des Obernbergbaches am rechten Hange der Trias entlang, so erblickt man abermals zwei Triasschuppen, die beide aus Bänderkalk und Dolomit bestehen. Die untere verschwindet bald, die obere setzt sich zum Wannser Joch fort und schwillt hier zu beträchtlicher Mächtigkeit an. Von der Obernbergalm führt ein markiertes Steiglein zum Wannser Joch hinauf. Es quert erst dunkle Gneise mit hellen Streifen, dann Phyllitgneis und schließlich die Trias, die mit einer wenig mächtigen Lage von Muschelkalkdolomit beginnt. Der Kalk liegt darüber in großer Mächtigkeit, welche durch Zusammenschub zu erklären ist. Wir sehen darin die Falten, welche auf der Fig. 8 eingezeichnet sind. Der Gyroporellen-Dolomit sitzt in den Muldenkernen dem Plattenkalk und dem Dolomit auf. Die ganze Scholle neigt sich steil nach NW. Am Wannser Joch liegt der Gneis des Jaufen.

Fig. 8.



Falten im Muschelkalk am Wege zum Wannserjoch.

Zusammenfassung.

(Siehe Kartenskizze.)

Die Triasschollen des Eisack- und des Sarntales sind Linsen, welche im Phyllitgneis stecken. Besonders auffallend sind die starke Kleinfaltung, Verschuppung und Scherung der einzelnen Schollen. Wir erkennen daraus, daß wir uns in einer Zone der intensivsten Störung befinden. Das darf uns nicht wundern, denn wir stehen einerseits an der Grenze der Zentral- und der Südalpen, andrerseits an jener Stelle der Alpen, wo das venetianische Streichen ins judikarische übergeht. Kaum einen Kilometer vom Zinseler entfernt, liegt südlich davon der Brixener Granit, an dessen Nordgrenze die Fortsetzung der Judikarienlinie fällt.

Mylonitisierung und Verschuppung sind jedoch an dieser viel geringer als in den Triaszonen, sie sind auch im Osten und Westen im Streichen der Trias nicht in den kristallinen Gesteinen sichtbar. Die Triaszone war offenbar infolge ihrer wechselnden Gesteinsbeschaffenheit eine Zone geringerer Festigkeit und hat darum die stärkste Zertrümmerung erlitten. Die Triasstreifen sind nicht nur einmal

[1] Spitz, Engadiner Dolomiten, l. c. 16.

[2] Sander, l. c. 13.

gefaltet worden, sondern haben drei Bewegungsphasen mitgemacht. Die ursprünglich kontinuierliche Triasablagerung wurde in einzelne Linsen zerrissen, diese wurden gepreßt, gequetscht und gefaltet und schließlich wurden die einzelnen gefalteten Teile noch abgeschert und in verschiedene Höhenlagen gehoben. Über das Alter dieser Bewegungen und ihren zeitlichen Unterschied läßt sich kein Urteil fällen. Jedenfalls ist aber die Zerreißung und Faltung zuerst erfolgt, was wir an der Zinseler- und Wannserjochscholle beobachten können, wo die Kleinfalten von Scherungsflächen abgeschnitten werden. Die Gneise zeigen von der Kleintektonik der Schollen keine Spur. Sie schmiegen sich den Umrissen der Trias vollkommen an. Manchmal bilden sie geschlossene Mulden, so im Eggerkar und am Mandlseitejoch. Ihr generelles Fallen ist NW, in der Jaufenserie ist diese gleichsinnige Neigung besonders eintönig. Auf eine weitere Erscheinung mag hier hingewiesen werden, welche überall in der Zone der Altgneise, vom Tonale bis ins Sarntal hin, auftritt, das ist die Faltung im Streichen. Häufig bilden die Gneise im Streichen *S*-förmige Verbiegungen, deren Ausmaß ein sehr verschiedenes ist.

Albrecht Spitz hat öfters darauf hingewiesen. Er sah darin den Einfluß einer späteren Faltung, die normal zur Richtung der Hauptfaltung lag und in den rhätischen Alpen die Bogenform erzeugte.[1] Besonders kräftig ist diese Querfältelung in Termier's »Vieux Gneis« im Norden von Meran und sie mag hier wohl auch mit dem bogenförmigen Umschwenken des Streichens zusammenhängen.

Die Triasschollen des Eisack- und Sarntales liegen in jener Zone von Altgneisen, welche als »Wurzelzone« betrachtet wird. Sind aber die Gneise Wurzeln, so müssen es auch die Triasschollen sein und es liegen uns nun die Fragen nahe: zeigen sie den Bau von Wurzelzonen? Welche alpinen Decken haben in ihnen gewurzelt? Sie haben zentralalpine Fazies, können also nur die Wurzeln für zentralalpine Triasdecken sein. Solches Deckenland sind im Norden der Tribulaun und die Tarntaler Köpfe. Besonders letztere zeigen große Ähnlichkeit in der Ausbildung der Fazies, auch ihrer Lage nach könnten sie aus der Gegend von Mauls oder Stilfes im Eisacktal stammen. Die Trias des Eisacktales wäre nach dieser Auffassung eine Wurzel, aus welcher durch Nordschub die zentralalpinen Triasdecken hervorgequollen sind. Dieser Annahme aber widerspricht vieles im Bau der Triasschollen. Sie fallen durchwegs nach N ein, sind also von Norden überschoben und nicht nach Norden offen, wie es Mulden sein müßten, die einen Schub von Süden her erlitten haben und aus denen Decken stammen, die nach Norden verfrachtet wurden. Sie zeigen vielmehr südalpinen Bau, denn sie tauchen nach N ein, sind nach S hin überschoben. Ein zweiter Umstand, welcher gegen die Annahme, daß die Triasschollen Wurzeln sind, spricht, ist ihre starke Kleinfaltung. Die zahlreichen Falten und vor allem die Scherungen sprechen gegen eine Bewegung unter hohem Druck. Die Trias hat keine bruchlose Faltung erlitten, sondern es ist ganz im Gegenteil eine Zertrümmerung und Verspießung der einzelnen Teile eingetreten. Besonders dieser Umstand spricht sehr gegen die Deutung der Triasschollen als Wurzeln.

Nehmen wir aber an, daß die Triasschollen Wurzeln sind, dann müssen wir das Nordfallen durch eine sekundäre Umfaltung, die Verschuppung und Verspießung durch einen späteren Schub, der die Schollen bereits von ihrer ursprünglichen Überdeckung entblößt antraf, erklären. Für die Annahme, daß die Triasschollen Wurzeln seien, spricht der starke Zusammenschub und die Ähnlichkeit der Fazies mit dem nördlich gelegenen zentralalpinen Deckenlande.

Die Gneishülle zeigt viel stärker den Charakter einer Wurzelzone. Sie weist Mulden auf, die nach N offen sind. Gegen NW, also gegen Innen zu, hört der Muldenbau auf und die Gneise zeigen nur mehr Isoklinalstellung der Schichten mit konstantem Einfallen nach NW.

Zweifellos ist, daß die Triasschollen in einer Zone der Störung liegen. Diese liegt im Streichen der Judikarienlinie und ist als deren Fortsetzung zu betrachten. Wir dürfen sie aber in der Gegend des oberen Sarn- und Eisacktales nicht als »Linie«, sondern müssen sie als breitere Störungszone auffassen.

---

[1] Spitz, Die rhätischen Bögen, l. c. 18.

Am auffallendsten ist sie natürlich dort, wo Trias vorhanden ist, während sie in den Gneisen mehr oder weniger verschwindet. Daher kommt es auch, daß sich die Dislokationslinie, an der die Triasschollen liegen, sowohl nach O, als auch nach W hin in den Gneisen scheinbar totläuft. Die Trias liegt in einer Ebene, welche sich von Westen nach Osten senkt, im Westen hebt sich die Trias nach oben hin aus, im Osten taucht sie unter die Gneise; daher bildet sie im Westen die Berghöhen, während sie im Osten in der Tiefe der Täler liegt.

Die Störungszone folgt dem Nordrande des Brixener Granits[1] und mündet in die Mylonitzone des Pustertales. Im Pustertal erscheinen abermals Triaszonen. Diese liegen aber am Südrande der Trümmerzone, während die Sarntal-Eisack-Schollen an deren Nordrande liegen. Sie sind also nicht identisch. Die Verschiedenheit tritt auch in der Fazies hervor, diese zeigt keine zentralalpinen Züge, sondern nähert sich der nordalpinen und der südalpinen.

Auch die Pusterer Trias fällt nach Norden ein. Der Hauptzug im Bau derselben ist Parallelstellung und ungeheuer starke Beeinflussung durch Druck. In diesem Sinne zeigt sie stärker den Charakter einer Wurzelregion. Dasselbe gilt auch für die zentralalpine Scholle von Kalkstein, welche steil nach Süden einfällt, also nach N offen ist. Sie ist als die Fortsetzung der Sarntaler Trias aufzufassen, denn sie liegt auch am Nordrande der Pusterer Mylonitzone. Der Südrand der Trümmerzone — diesen wollen wir »Pustererlinie« nennen — begleitet das Pustertal an dessen Nordabhang. Bei Toblach vereinigt sie sich mit einer Störung, die NO—SW streicht, vom Nordrande der Mylonitzone gegen deren Südrand zu und an welcher die sogenannten »Turntaler Phyllite«[2] von den Altgneisen überschoben werden. Der Nordrand der Störungszone fällt von dort, also von Kalkstein an, mit dem Nordrande dieser Phyllite zusammen, während die Pustererlinie nach Osten, der Drau entlang, weiterstreicht. Die Mylonitisierung nimmt gegen Osten immer mehr ab und verschwindet östlich des Vilgrattentales vollkommen.

Es liegt nun die Frage nahe, welche Stellung den Phylliten nördlich des Pustertales zukäme. Sind sie mit der Unterlage der Südalpen identisch oder von ihr zu trennen und als ein Glied der Zentralalpen aufzufassen?

Faziell unterscheiden sie sich von den südalpinen Phylliten durch den vollkommenen Mangel jüngerer Intrusivgesteine und durch stärkere Metamorphose. Sie liegen im Streichen der Altgneise und sind von den südalpinen Phylliten durch die Pustererlinie getrennt, welche im Süden an die karnischen Silurschiefer stößt. Östlich von Sillian schaltet sich zwischen den südalpinen Phyllit und den Tarntaler Phyllit das Karnische Gebirge und der Drauzug ein.

Daraus folgt, daß der Phyllit zu der Serie der Altgneise gehört und als deren jüngstes Schichtglied zu betrachten ist. Er ist den Quarzphylliten des Inntales gleichzustellen.

Die Grenze zwischen Zentral- und Südalpen verläuft am Nordrande des Brixener Granits, ihre unmittelbare Fortsetzung ist die Pustererlinie. Diese scheidet also die Zentralalpen von den Südalpen, zwischen diesen liegt die Trias des Drauzuges, welche in ihrer Fazies von jener der Südalpen abweicht. Das karnische Altkristallin bildet die Scheide zwischen den beiden Faziesgebieten.

Die granitischen Intrusionen an der Südalpengrenze gehen aber nicht bei Bruneck zu Ende, sondern setzen sich an der Pustererlinie bei Toblach fort. Bei Kandellen, nördlich von Alt-Toblach, am Fuße des Pfannhorns, finden wir die letzten Fetzen von Tonalit. Während die Dislokationen, welche die Mylonitzone an deren Nordrande durchsetzen, allmählich im Altkristallin verschwinden, streicht die Pustererlinie dem Nordrande des Drauzuges entlang nach Osten. Wir finden sie bei Lienz und bei Dellach im Drautale.

Hier sind die Lagerungsverhältnisse jenen des Pustertales gleich. Die Schichten sind senkrecht aufgerichtet und sehr stark durch Druck beeinflußt, und es ist nicht unmöglich, daß die Intrusionen des Bachergebirges noch weiter im Osten die Fortsetzung dieser gewaltigen Störungszone bezeugen.

[1] Sander: Brixener Granit, l. c. 13.

[2] Furlani: Drauzug, l. c. 15.

Ob wir nun die Pustererlinie als alpindinarische Grenze oder als Grenze zwischen Zentralalpen und Südalpen auffassen, ändert nichts an der Tatsache, daß sie eine der gewaltigsten Störungszonen der Ostalpen ist. Sie streicht von Meran bis nach Dellach im Drautale und noch darüber hinaus nach Osten. Wo immer wir die Dislokation treffen, überall zeigt sie denselben Charakter, überall sind die Gesteine mylonitisiert, steilgestellt, laminiert.

Das Karnische Gebirge bildet heute die Scheide zwischen der Drauzug-Trias und der südalpinen Trias der Dolomiten des Cadore; es war wohl auch die Scheide der beiden Ablagerungsgebiete, deren Sedimente erst durch den nachträglichen Zusammenschub zu unmittelbaren Nachbarn wurden.

Nur so können wir es uns erklären, daß beide Ablagerungsserien mit Grundkonglomeraten auf dem karnischen Altkristallin aufruhen, einander verwandt aber doch wieder auch von einander verschieden sind.

Ein südalpiner Zug der Drauzug-Trias ist die mächtige Verrucano-Entwicklung, die wir in den Nordalpen nirgends finden, aber auch zentralalpine Elemente fehlen in der Drauzug-Trias nicht. Sie ist eben das Mittelstück zwischen zentralalpiner und südalpiner Trias und läßt sich daher weder der einen, noch der anderen unterordnen.

Auch von der Trias der Nordalpen weicht die Drauzug-Trias vor allem, wie schon erwähnt durch die Verrucano-Entwicklung und durch die erzführenden Kalke ab und die Auffassung, daß sie die Wurzelregion für die gesamten Nordalpen sei, wird daher mancher Schwierigkeit begegnen.

Betrachten wir die Ostalpen in der Gegend des Pustertales und zwar im Norden und Süden desselben in bezug auf die Triasentwicklungen, so unterscheiden wir, von Norden nach Süden fortschreitend, drei Fazies:

1. Die zentralalpine Trias, im Altgneis eingeschlossen,
2. die Drauzug-Trias an der Südgrenze des Altgneises und am Nordhang des Karnischen Gebirges, und
3. die südalpine Trias, welche am Südabhang des karnischen Rückens und den südalpinen Quarzphylliten aufliegt.

Das südalpine Quarzphyllitareal zeigt im Norden Kuppelbau, gegen Süden zu tauchen zwei Züge von altkristallinen Gesteinen auf, die Auflagerungsfläche der Dolomitentrias ist vielfach von Dislokationen betroffen, so daß der ursprüngliche Transgressionskontakt verwischt ist.

Literatur.

1. Stache G.: Der Gneis von Bruneck im Pustertal. V. R. A., 1872.

2. v. Mojsissovics: Dolomitriffe etc.

3. Teller F.: Zur Tektonik der Brixener Granitmasse und ihrer nördlichen Umrandung. V. R. A., 1881.

4. Teller F.: Über die Aufnahmen im Gebiete zwischen Etsch und Eisack. V. R. A., 1880.

5. Teller F.: Verbreitung und Lagerung der Diorite in der Umgebung von Klausen und Lüsen. V. R. A., 1880.

6. Teller F.: Über die Aufnahmen im Hochpustertale. V. R. A., 1882.

7. Teller und v. John: Geologisch-petrographische Beiträge zur Kenntnis der dioritischen Gesteine von Klausen in Südtirol. I. R. A., 1882.

8. F. E. Sueß: Das Gebiet der Triasfalten im Nordosten der Brennerlinie. I. R. A., 1894.

9. Termier P.: Les Alpes entre le Brenner et la Val Telline. Bull. soc. géol. d. France, Paris, 1905.

10. Frech F.: Über den Gebirgsbau der Tiroler Zentralalpen. Wissenschaftliche Ergänzungshefte zur Zeitschrift des D. Ö. A. V., II. Bd., 1. Heft, 1905.

11. Silvia Hilleprand: Über Porphyrite und diesen entsprechende Gesteine in der Umgebung von Bruneck. Tschermaks Min. Petr. Mitt. N. f. 26 Bd., 1907, S. 469.

12. E. Sueß: Das Antlitz der Erde. III. Bd., 2. Hälfte, Wien 1909.

13. Sander Br.: Geologische Beschreibung des Brixener Granits. Jahrb. G. R. A., 1906.

14. Sander Br.: Geologische Studien am Westende der Tauern. Denkschriften d. math.-naturw. Kl. d. Kais. Ak. d. Wiss., Wien, 1911, Bd. LXXXII.

15. Furlani M.: Der Drauzug im Hochpustertal. Mitt. d. G. G. Wien, Bd. V, 1912.

16. Spitz und Dyhrenfurth: Monographie der Engadiner Dolomiten. Beitr. geol. Karte d. Schweiz. N. F., XLIV. Lieferung, Bern, 1915.

17. Sander Br.: Zur Geologie der Zentralalpen. I. Alpinodinarische Grenze in Tirol. Verh. R. A., Wien, 1916.

18. Spitz Albr.: Ein Beitrag zur Stratigraphie der Tarntaler Köpfe. Jahrb. R. A., 1918.

19. Spitz Albr.: Die Umgebung von Scanfs und die Oberengadiner Bögen. (Erscheint demnächst in den V. R.)

20. Spitz Albr.: Eine Querstörung bei Meran. V. R. A.. 1918, Wien.

21. Geyer G.: Erläuterungen zur geologischen Karte Oberdrauburg—Mauthen.

Übersichtskarte der Pusterer Störungszone

gezeichnet mit Benützung d. Aufnahmen von F. Teller, G. Geyer und Br. Sander.

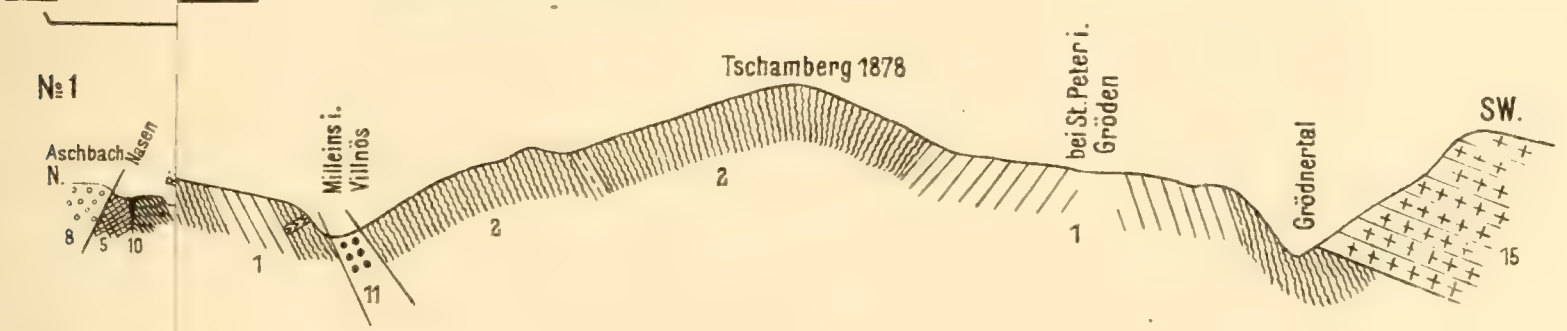
MASSTAB 1:225.000.

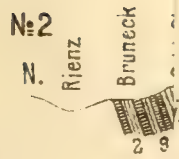
Legende:

Alter ostalp
Zerrüttungsz

Brixener Gr

Gesteine d. Tauern
fensters Lepontinisch





tschiefer
chiefer
stoff
Afers

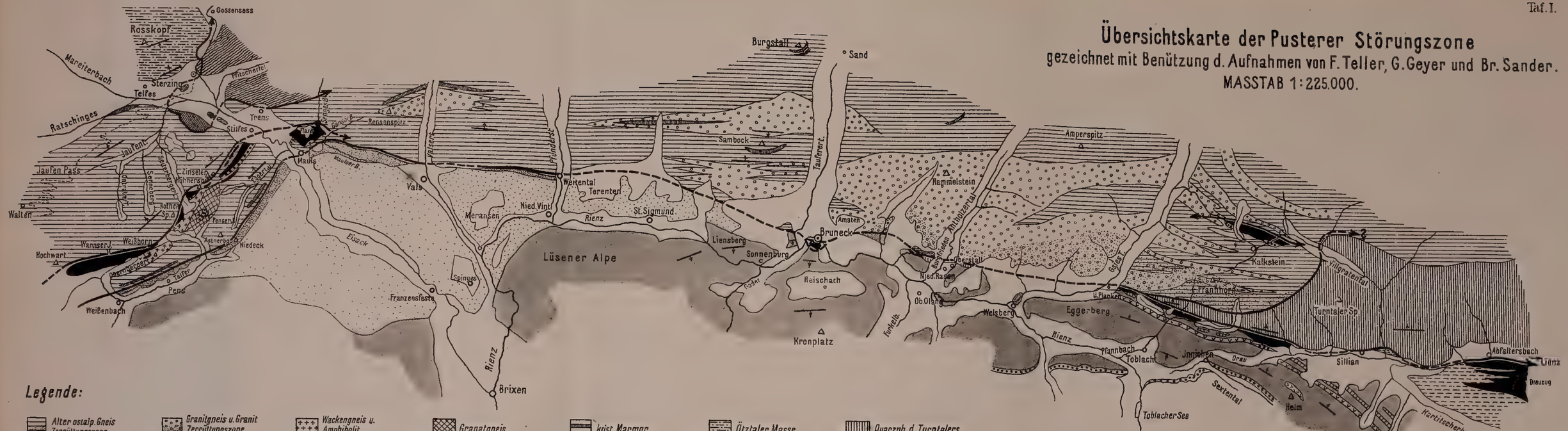
7 Porphyrit
8 Antholzer Granit Gneis
9 Brunecker Marmor u. Dolomit
10 Trias d. Nasen
11 Grödner Sandst.
12 Bellerophon Ka.
13 Gips
14 Werfener Schfr.
15 Quarzporphyr

Autor del.

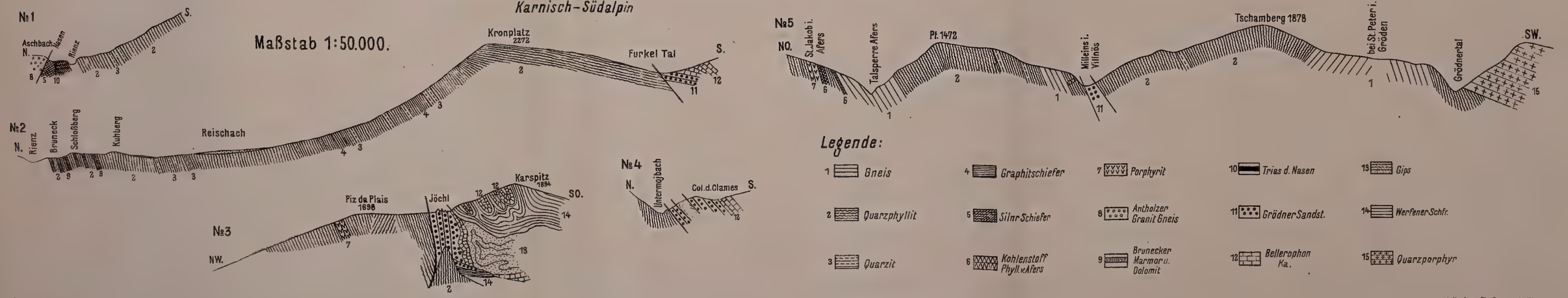
Übersichtskarte der Pusterer Störungszone

gezeichnet mit Benützung d. Aufnahmen von F. Teller, G. Geyer und Br. Sander.

MASSTAB 1:225.000.



Legende:



Autor del.

Lith. Anst. Th. Bannwarth, Wien

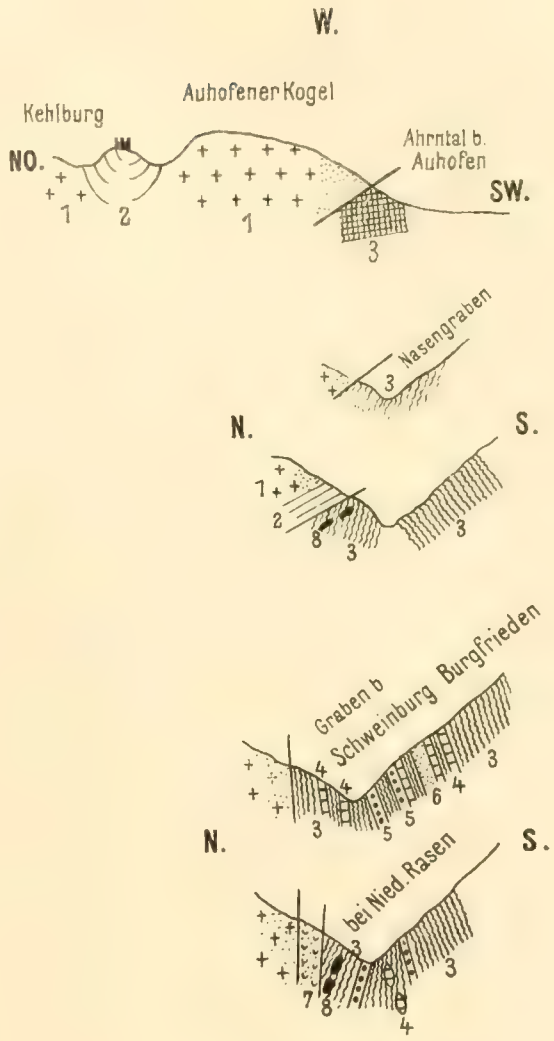
Profile vom Weißhorn bis zur Obernberger Alpe.

Legende:

1 Phyllitgneis
2 Verrucano
3 Verrucano Schiefer
4 Bänderkalk
5 Muschelkalk u. Dolo
6 Gyroporellen Dolom
7 Rauchwacke
8 Alter Gneis
9 Kalkphyllit

Alter Gneis
Granit u. Wackengn.
Muschelkalk (Bänderka.)
6 Muschelk. Dolomit
7 Gyroporellen Dol.
8 Raiblersch.

Profile durch die Störungszone an d. Grenze Alte Gneise - Phyllite.



Legende:

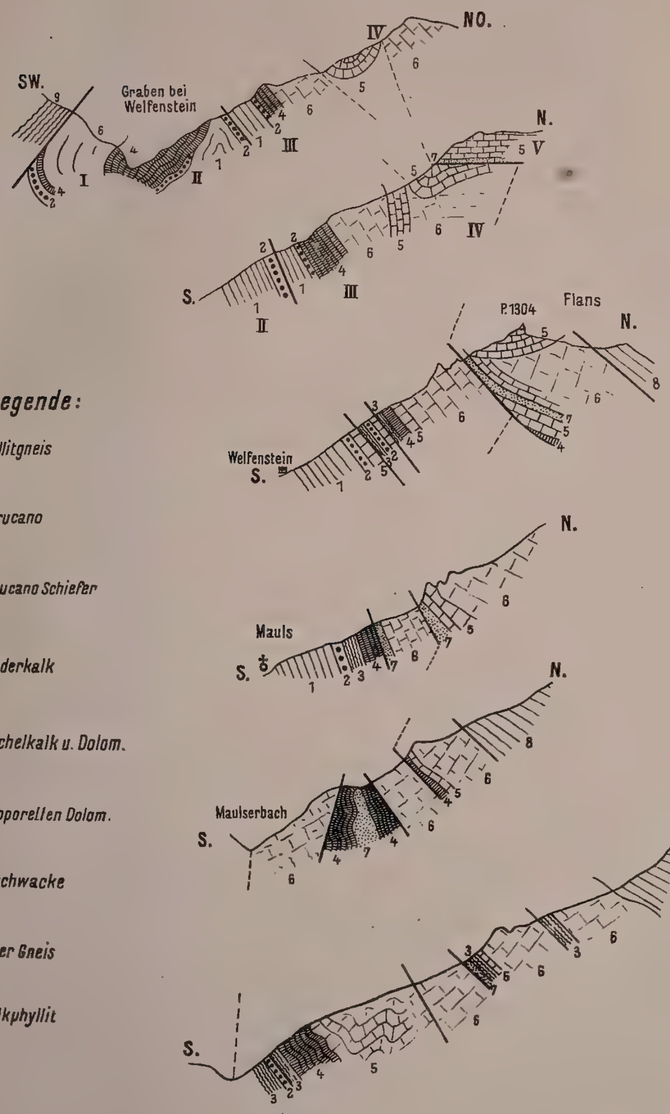
1 Granit Gneis
2 Gneis
3 Silur Schiefer
4 " Kalk
5 rötl. Quarzit
6 Rauchwacke
7 Granit
8 Trias

Die Zertrümmerungszonen sind punktiert.

Autor del.

Lith. Anst. Th. Bannwarth, Wien.

Profile bei Mauls.

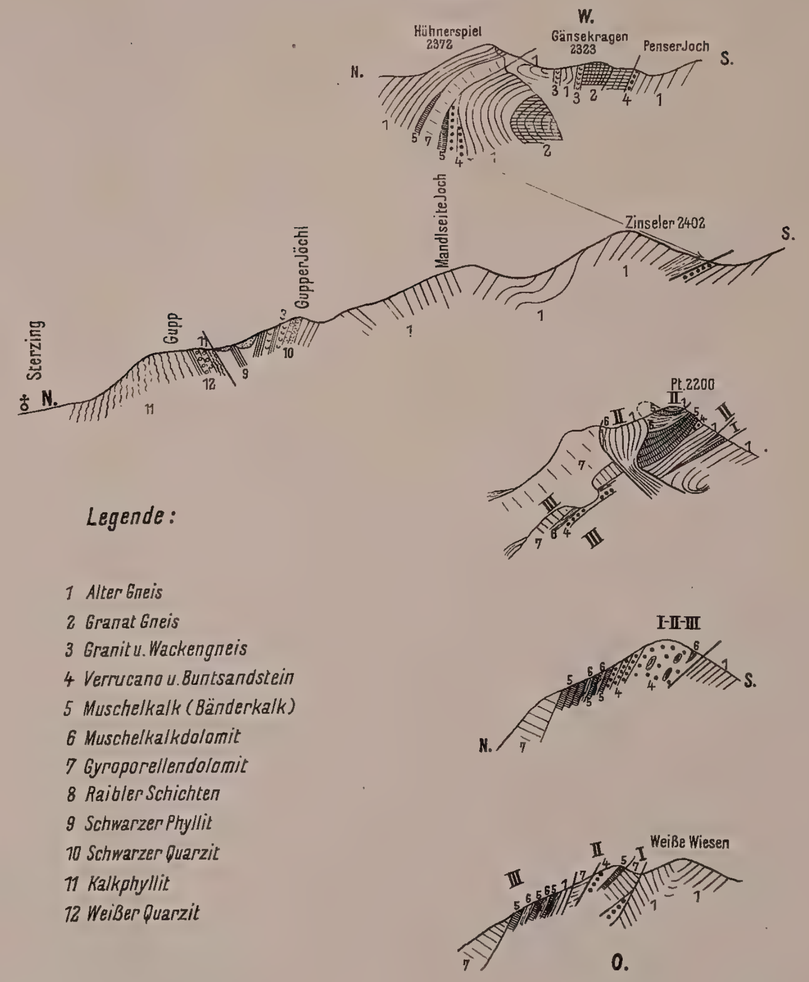


Legende:

1 Phyllitgneis
2 Verrucano
3 Verrucano Schiefer
4 Bänderkalk
5 Muschelkalk u. Dolom.
6 Gyroporellen Dolom.
7 Rauchwacke
8 Alter Gneis
9 Kalkphyllit

Autor del.

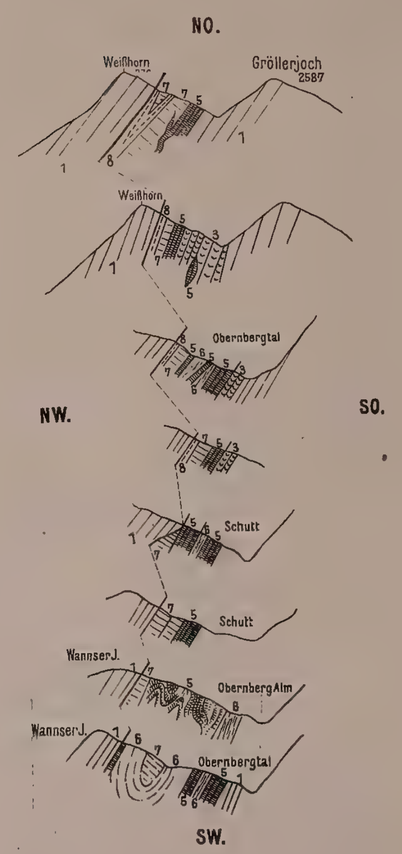
Profile durch das Triasvorkommen des Zinseler.



Legende:

1 Alter Gneis
2 Granat Gneis
3 Granit u. Wackengneis
4 Verrucano u. Buntsandstein
5 Muschelkalk (Bänderkalk)
6 Muschelkalkdolomit
7 Gyroporellendolomit
8 Raibler Schichten
9 Schwarzer Phyllit
10 Schwarzer Quarzit
11 Kalkphyllit
12 Weißer Quarzit

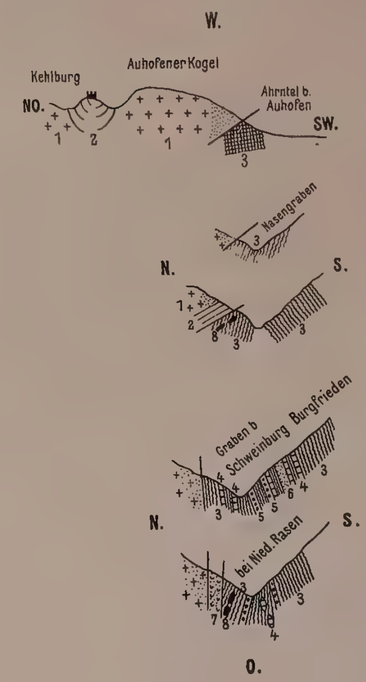
Profile vom Weißhorn bis zur Obernberger Alpe.



Legende:

1 Alter Gneis
3 Granit u. Wackengn.
5 Muschelkalk (Bänderka.)
6 Muschelk. Dolomit
7 Gyroporellen Dol.
8 Raiblersch.

Profile durch die Störungszone an d. Grenze Alte Gneise - Phyllite.



Legende:

1 Granit Gneis
2 Gneis
3 Silur Schiefer
4 " Kalk
5 rötl. Quarzit
6 Rauchwacke
7 Granit
8 Trias

Die Zertrümmerungszonen sind punktiert.

Lith. Anst. Th. Bannwarth, Wien.

LEGFÖHRENWALD UND GRÜNERLENGEBÜSCH

EINE VERGLEICHEND ÖKOLOGISCHE STUDIE UNTER BESONDERER BERÜCKSICHTIGUNG DER LICHTSTIMMUNG DER BESTANDESBILDNER UND DER BELEUCHTUNGSVERHÄLTNISSE IHRES UNTERWUCHSES

VON

DR. LUDWIG LAMMERMAYR

PROFESSOR AM STAATSREALGYMNASIUM IN GRAZ

MIT 6 TEXTFIGUREN

VORGELEGT IN DER SITZUNG AM 15. MAI 1919.

Einleitung.

Als pflanzengeographisch bedeutsame Formationen, als zumeist auch scharf von ihrer Umgebung abgegrenzte physiognomische Einheiten haben jene Gürtel von Zwergsträuchern, welche, von *Pinus montana* oder *Alnus viridis* gebildet, sich von der oberen Baumgrenze bis zur unteren Grenze der zusammenhängenden alpinen Wiesenformation einschieben (»infraalpine« Formation Drude's), und, »den hochstämmigen Wald gewissermaßen in einer den Umständen angepaßten Form nach oben zu vorschieben« (Gremblich), von jeher eingehende Beachtung und vielseitige Durchforschung erfahren. Wenn wir heute über die örtliche Verbreitung beider im Gebirge, die Breite ihrer Bestandesgürtel, über ihre Abhängigkeit vom Substrate sowie über ihre Begleitvegetation eingehend unterrichtet sind, so verdanken wir dies in erster Linie den grundlegenden Arbeiten Kerner's, an welche sich in neuerer Zeit die einschlägigen Untersuchungen von Gremblich, Beck, Schroeter, Vierhapper und Scharfetter mit Erfolg angereiht haben. Dennoch bleibt noch eine Fülle von Problemen zu lösen und noch immer Raum genug für eine Behandlung des Stoffes nach neuen Gesichtspunkten. In dieser Hinsicht schwebte mir vor allem die von Wiesner begründete und seither von seiner Schule mit Erfolg ausgebaute lichtklimatische Forschungsmethode vor Augen, wie sie zum Beispiel den Arbeiten von Furlani (Bedeutung des Unterlichtes für die *mediterrane Macchia*), Morton (Biologie einiger Höhlen im Quarnerogebiete), Zmuda (Über die Vegetation der Tatraer-Höhlen) und meinen eigenen Untersuchungen über die grüne Pflanzenwelt der Höhlen zugrunde gelegt ist. In dem von der pflanzengeographischen Kommission der Schweizer naturforschenden Gesellschaft in Zürich 1916 herausgegebenen

Programme für geobotanische Arbeiten (Verfasser Rübel-Schroeter-Brockmann) wird denn auch die Erforschung der Lichtgenußverhältnisse als eines wichtigen, ökologischen Faktors der einzelnen Pflanzengesellschaften vollauf gewürdigt und werden speziell einschlägige Beobachtungen (»Lichtgenuß der Schichten in verschiedenen Laub- und Nadelwäldern«) in einem möglichst begrenzten Gebiete der Alpen als höchst wünschenswert bezeichnet. Bei der Auffassung der in Frage kommenden Pflanzengemeinschaften schließe ich mich der herrschenden Ansicht an, nach welcher sowohl die Formation der Legföhre als auch jene der Grünerle als Zwerg- oder Miniaturwälder, vielfach auch als Reste (Unterholz) ehemaliger hochstämmiger Baumbestände aufzufassen sind.

Die zu lösenden Fragen erstrecken sich in erster Lienie auf die Ermittlung der Lichtstimmung beider Bestandesbildner, auf das verschieden abgestufte Lichtbedürfnis ihres Unterwuchses, den photometrischen Charakter und anatomischen Bau der Assimilationsorgane von *Pinus montana* und *Alnus viridis*, das Aufsteigen von Schattenpflanzen im Schutze beider Bestandesgürtel, den eventuellen Einfluß des Lichtes auf die artliche Zusammensetzung der im Schatten beider angesiedelten Begleitvegetation und dergleichen mehr. Zur Ausführung dieser Untersuchungen hatte ich ursprünglich für den Legföhrenwald das Gebiet der Eisenerzer Schieferalpen (Reiting und Reichenstein), für das Grünerlengebüsch den Bösensteinstock und die Gleinalpe in Aussicht genommen. Schwierigkeiten verschiedener Art, wie sie das Kriegsjahr 1918 mit sich brachte, aber auch Erwägungen anderer Art ließen mich davon Abstand nehmen und eine andere Wahl treffen, die den nicht zu unterschätzenden Vorteil bot, den bedeutsamen Einfluß verschiedenen Substrates speziell auf die Zusammensetzung des Legföhrenwaldes gebührend würdigen zu können. So erkor ich als Arbeitsgebiet für den Legföhrenwald einerseits das Gebiet um den Giglachsee in den Schladminger Tauern, wo *Pinus montana* auf Urgestein stockt, andererseits die Umgebung der Hofpürglhütte an der Bischofmütze bei Filzmoos, den Natterriegel in den Hallermauern bei Admont und den Hochlantsch bei Mixnitz, wo überall Kalk die Unterlage bildet, für die Untersuchungen im Grünerlengebüsche das Gebiet der Glein- und Stubalpe (Rappelkogel, Speikkogel, Ameringkogel), sowie das Gebiet im Aufstiege zum Giglachsee, wo überall *Alnus viridis* auf Urgestein stockt. Endlich wurde vergleichshalber noch das Vorkommen letzterer Art in der Umgebung von Graz herangezogen.

Der Legföhrenwald.

Lichtgenuß der Legföhre (Pinus montana).

Über den Lichtbedarf, beziehungsweise Lichtgenuß dieses Nadelholzes liegen bisher so gut wie keine exakten, das heißt zahlenmäßige Angaben vor. Die Charakterisierung der Lichtstimmung dieser und verwandter Pinusarten in der Literatur geht, wie allgemein vor Wiesner, über Schätzungen und Vergleiche nicht hinaus. Hauptsächlich vom Standpunkte des Forstbetriebes aus sind für unsere wichtigsten Waldbäume, wiederholt Lichtbedarfsreihen aufgestellt worden, in denen aber die *Pinus*-Arten recht verschieden bewertet erscheinen. So stellt Migula *Pinus silvestris* neben *Betula verrucosa, Juniperus communis* und *Populus tremula* an erster Stelle und reiht daran in absteigender Folge: *Larix, Picea, Abies, Taxus,* eine Reihenfolge, die, auf rein empirischen Wege gewonnen, zwar nicht exakt, aber immerhin brauchbar ist. Dieselbe Anordnung finden wir bei Neger. Er fügt noch hinzu, daß *Pinus silvestris* um so höhere Ansprüche an das Licht stelle, je ungünstiger der Standort sei. *Pinus austriaca* = *Pinus nigricans* ist nach ihm weniger lichtbedürftig als *P. silvestris,* und *P. Cembra* stellt ebenfalls an Licht nur mäßige Ansprüche. Gayer stellt *Larix decidua* voran, dann *Betula verrucosa, Pinus silvestris, P. montana, Populus tremula, Salix* und *Quercus,* wogegen er *Pinus nigra, P. Strobus, P. Cembra* als mehr indifferent bezeichnet. Warming gruppiert folgendermaßen: *Larix, Betula, Alnus, Populus, Pinus.* Klein nennt *Larix* das lichtbedürftigste aller Nadelhölzer. Schroeter bezeichnet *Pinus montana* als mehr lichtbedürftig wie *P. Cembra,* womit unter anderem der anatomische Bau der Assimilationsorgane beider gut im Einklange steht. Man muß übrigens, um irrtümlichen Auffassungen zu entgehen, bei Charakterisierungen solcher Art wohl die Bezeichnungen: »lichtbedürftige« und Lichtholzart auseinanderhalten. Mit letzterem Namen will der Forstmann die Eigenschaft eines

bestandesbildenden Baumes, mehr oder weniger Licht durchzulassen, also die Art, verschieden tief zu schatten, mit ersterem dagegen die Verschiedenheit der Ansprüche an die Beleuchtung des Standortes, also den eigentlichen Lichtempfang von außen, kennzeichnen. Wiesner verdanken wir die erste, auf photometrischen Messungen beruhende und daher allein wissenschaftlich brauchbare Charakterisierung des Lichtgenusses unserer wichtigsten Nadelhölzer. Nach ihm ergibt sich folgende Anordnung: *Larix decidua* ($L = 1-\frac{1}{5}$), *Pinus nigra, P. Laricio* ($L = 1-\frac{1}{11}$), *Picea excelsa* ($L = 1-\frac{1}{40}$), *Abies pectinata* ($L = 1-?$), *Taxus baccata* ($L = 1-\frac{1}{80}$). Vergleichsweise sei noch bemerkt, daß der Lichtgenuß von *Betula verrucosa* nach Wiesner $1-\frac{1}{9}$ beträgt.

Das Maximum des Lichtgenusses von *Pinus montana* (durch die Stärke des jeweiligen Außenlichtes gegeben) kann nach meinen Beobachtungen ebenfalls den Wert 1 erreichen. Besonders häufig ist dies in der Nähe ihrer oberen Verbreitungsgrenze ($\pm$ 2000 *m*) der Fall. Aber auch in tieferen Lagen, oft schon wenig oberhalb der Waldgrenze, fließt dem Baume speziell an nach Süden geneigten Hängen, oft ein Licht von der Stärke $\frac{1}{1\cdot 5}$ und darüber zu. In Ost- und Westlagen begnügt er sich mit geringeren Intensitätswerten ($\frac{1}{2}, \frac{1}{3}$), in NW- und N-Lagen sinkt das Außenlicht oft bis auf $\frac{1}{4}$. Zur Auffindung des Minimums hat man bekanntlich jene minimale Stärke des Innenlichtes in der Krone festzustellen, bei der noch Blatt-, beziehungsweise Knospenbildung erfolgt. Dieser Wert liegt in Höhen zwischen 1500—1800 *m* ungefähr bei $\frac{1}{8}$, an der oberen Verbreitungsgrenze (1970 *m*) bei $\frac{1}{7}$. Im Grazer botanischen Garten (370 *m*) kultivierte Exemplare wiesen ein Minimum von $\frac{1}{8}$ auf. Dieser Befund steht mit dem — auch bei der Legföhre — nachgewiesenen Ansteigen des Lichtgenußminimums mit der Seehöhe zunächst in einem gewissen Widerspruche. Es ist aber zu bedenken, daß es sich hier um eine aus Samen kultivierte Hochlandspflanze handelt, an der neben anderen Eigentümlichkeiten, wie Wuchsform, auch das Lichtgenußminimum, wenigstens durch Generationen, erblich festgehalten wird. Die Lage des Minimums eines Baumes steht aber auch in inniger Beziehung einerseits zu dem Grade der Überschattung, den er noch erträgt, andererseits zur Stärke des Schattenlichtes, das durch sein Laubdach hervorgerufen wird. Geht nämlich die Stärke des Schattenlichtes eines Schirmbaumes unter das Minimum des Lichtgenusses der überschirmten Arten herab, so ist ein Gedeihen derselben nicht mehr möglich. Der untere Grenzwert der noch erträglichen, beziehungsweise ertragenen Beschattung gibt also in manchen Fällen einen ziemlich genauen Anhaltspunkt für die Ermittlung der Lage des Minimums der überschirmten Art. Auch hierüber liegen, die Pinusarten betreffend, einige allgemein gehaltene Angaben aus früherer Zeit vor. So sagt Kerner, daß die Kiefer weder in der Jugend noch später Schatten ertrage. Wird sie beschattet, so geht sie zwar nicht gleich zugrunde, aber ihre Benadelung wird schwächer. *Pinus nigra* dagegen gedeihe in der Jugend auch im Schatten größerer Bäume. Vierhapper bemerkt, daß die Legföhre die Konkurrenz mit geschlossenem Baumwuchs nicht zu bestehen vermag. Schroeter betont, daß *Pinus montana* ziemlich dichten Bestandesschluß gut vertrage, ebenso die Beschirmung durch *Larix, Betula, Pinus Cembra,* lichtstehende *Picea excelsa,* nicht aber den Schatten dichtgeschlossener Wälder letzterer Baumart. Gremblich führt an, daß im Schutze von Föhren oft wahre Prachtexemplare der Legföhre zu beobachten sind. Ich hatte Gelegenheit, die Überschirmung der Legföhre durch *Picea excelsa, Larix, Fagus* und *Acer Pseudoplatanus* näher zu studieren und fand, daß der stärkste ertragene Grad der Überschattung nicht unter $\frac{1}{6}$ herabging. Dies war unter *Picea* in 1400 *m* Seehöhe der Fall. *Pinus montana* war hier nur an der Peripherie des Schattenkreises, und zwar südseitig, entwickelt. Ähnlich verhielt sich die von *Fagus* überschirmte Legföhre. Auch sie hielt sich streng an die Peripherie des Schattenkreises, südseitig, wo sie einem Schattenlichte von der Intensität $\frac{1}{2}$ ausgesetzt war. Unter *Acer Pseudoplatanus* ging sie nur südseitig, bis in ein Schattenlicht

von der Stärke $\frac{1}{3}$. Dagegen traf ich *Pinus montana* unter *Larix* wiederholt allseits um den Schirmbaum entwickelt und ganz an denselben herantretend, in einem Schattenlichte von $\frac{1}{1 \cdot 6}$ an. Dasselbe Verhalten zeigte *Pinus montana* auch bei der Überschirmung durch *Pinus Cembra*, in einem Schattenlichte von $\frac{1}{2 \cdot 2}$, wie ich im Sommer 1919 nächst der Heßhütte (1635 *m*) zu beobachten Gelegenheit hatte. Daß *Larix* gleich *Betula* außerordentlich licht schattet, ist ja allgemein bekannt. Wiesner bestimmte das Schattenlicht der Lärche in einem Falle mit $\frac{1}{4}$; ich fand es bei Graz mit $\frac{1}{6}$. Als Schattenlicht der Birke beobachtete ich, ebenfalls bei Graz, die Werte $\frac{1}{3} - \frac{1}{5}$. Bei beiden Bäumen tragen offenbar Form und Stellung der Assimilationsorgane, sowie die hängenden Zweige sehr wesentlich zur geringen Herabsetzung ihres Schattenlichtes bei. Auch ist zu bedenken, daß im Schattenlichte tief schattender Bäume, wie *Fagus, Acer, Picea,* den Anteil an physiologisch unwirksamem (durch die Blätter gegangenem) Lichte offenbar ein höherer ist, als unter lichtschattenden Schirmbäumen, wie *Pinus, Larix, Betula*, worauf ja auch die reichere Bodenvegetation unter letzteren hindeutet. Die Stärke dieses Schattenlichtes nun steht bei jeder Baumart ebenfalls in einer, wenn auch nicht so innigen Beziehung zur Lage ihres Minimums, wie der Grad der ertragenen Überschattung. Sie kann nämlich entweder gleich dem Minimum des Lichtgenusses des Baumes oder aber ober-, beziehungsweise unterhalb desselben gelegen sein. Nach Migula schattet *Betula* sehr wenig, *Larix* und *Pinus* wenig. Nach Graebner bilden *Betula* und *Larix* die lichtesten Bestände, schattet *Abies* weniger tief als *Picea*. Neger bezeichnet *Pinus* und *Larix* als »Lichthölzer«, *Picea, Abies, Pinus montana, P. nigra, P. Cembra, Fagus* als »Schattenhölzer«. Nach Griesebach erzeugt die Fichte in geschlossenen Beständen den tiefsten Schatten, schattet Zirbe tiefer als Lärche. Zederbauer führt als »Lichtholzarten«: *Pinus, Larix, Betula,* als »Schattenhölzer«: *Picea, Abies, Fagus* an. Vierhapper bezeichnet *Pinus montana* als Lichtholzart, aber in viel geringerem Grade als *P. silvestris,* mit welcher verglichen sie einen viel höheren Grad des Bestandesschlusses verträgt. Cieslar hat ermittelt, daß von den Kronen eines gelichteten Bestandes von *Pinus nigra* 60%, *Abies pectinata* 80%, *Fagus silvatica* 90% des einstrahlenden Lichtes zurückgehalten werden, was, auf Außenlicht von der Stärke 1 bezogen, für das jeweilige Schattenlicht im Werte $\frac{1}{2 \cdot 5}$, $\frac{1}{5}$, $\frac{1}{10}$ ergibt. Wiesner fand das Schattenlicht von *Larix* im Mittel mit $\frac{1}{4}$, von *Picea* zwischen $\frac{1}{40} - \frac{1}{90}$, *Pinus* $\frac{1}{11}$. Ich bestimmte das Schattenlicht von *Betula verrucosa* und *Pinus silvestris* bei Graz und fand ersteres zwischen $\frac{1}{3} - \frac{1}{5}$, letzteres im äußersten Falle $\frac{1}{15}$ (gleich dem Minimum ihres Lichtgenusses). Auch *Pinus montana* gehört zu jenen Baumarten, bei denen die Intensität ihres Schattenlichtes in geschlossenen Beständen, wie bei *Picea,* weit unter das Minimum des Lichtgenusses sinken kann. So fand ich es in 1500 *m* Höhe (Hofpürglhütte) in einem 2 *m* hohen Bestand bis auf $\frac{1}{30}$ herabgehend. Diese Abschwächung des Schattenlichtes ist nicht strenge proportional der jeweiligen Bestandeshöhe. In nur meterhohen Beständen beobachtete ich oft ein Absinken auf $\frac{1}{25}$, in einem 0·8 *m* hohen Bestande (1970 *m*, Giglachsee) auf $\frac{1}{20}$, und selbst am Grunde eines nur 0·5 *m* hohen Legföhrengestrüppes (1910 *m*, Natterriegel) noch immer auf $\frac{1}{2} - \frac{1}{4}$. Immerhin ist im selben Maße, wie die Höhe der Legföhrenbestände mit der Annäherung an ihre obere Verbreitungsgrenze abnimmt, ein, wenn auch nicht gesetzmäßiges Ansteigen ihres Schattenlichtes nicht zu verkennen, dessen Stärke dann in ihren obersten, artenreinen Beständen nicht selten beträchtlich oberhalb ihres Minimums gelegen ist. Schroeter bemerkt, daß, obwohl Legföhrenbestände oft selbst sehr schattend sind, doch in ihnen der Nachwuchs gut aufkommt und Klein führt an, daß die im Alter sehr lichtbedürftige *Pinus Cembra* in der Jugend

viel Schatten ertragen kann und in dieser Zeit am besten zwischen Krummholz und Alpenrosen gedeiht. Auch Gremblich hebt hervor, daß »die Zundern oft in mehrere Meter hohen Exemplaren sich mit ihren dicht benadelten Ästen so enge aneinanderschließen, daß durch dieses Laubdach die Sonnenstrahlen nur verstohlen durchblicken können«. Übrigens darf man nicht vergessen, daß nicht nur die dichtgedrängte Benadelung, sondern auch die charakteristische Wuchsform der Legföhre, die dicken, hin und her gewundenen, oft in geringer Höhe über dem Boden verlaufenden Äste es sind, die eine sehr ausgiebige Beschattung hervorrufen. So bestimmte ich nächst der Hofpürglhütte unter einem weit ausladenden, wenige Zentimeter über dem Boden verlaufenden Legföhrenaste das Schattenlicht mit $\frac{1}{18}$. Zur Bildung eines sogenannten »toten« Waldschattens (der, in unseren schattigsten Wäldern bei $\frac{1}{70}-\frac{1}{90}$ außer Grasanflügen und soredialen Flechtenansätzen keiner grünen Pflanze mehr die Existenz ermöglicht), kommt es auch in den dichtesten Legföhrenbeständen wohl nie, daher auch bei der weitestgehenden Lichtabschwächung in ihnen noch immer den Phanerogamen keine Grenze gesetzt ist, wenn sie auch an Zahl allmählich zurücktreten. Unverständlich ist mir daher die bei Grisebach zu findende Notiz, daß »beim Krummholze die gedrängten Nadeln nach oben zu plattenförmigen Polstern angeordnet sind, die im Winter die schwersten Schneemassen zu ertragen vermögen, wodurch aber auch jede andere Vegetation am Boden ausgeschlossen ist«. Zutreffend sagt dagegen Gremblich: »Ausschließliche Zundernbestände, die gar keine anderen Pflanzen aufkommen lassen, sind wohl nirgends zu beobachten«. Wie der Augenschein lehrt, ermöglicht das Schattenlicht des Legföhrenwaldes in allen seinen Abstufungen seiner Stärke einer oft sehr artenreichen und üppigen, aus Sträuchern und Stauden bestehenden Phanerogamen- und Kryptogamenvegetation auskömmliche Existenz. Für nicht wenige Schattenpflanzen, besonders tiefere Lagen, ist der Übertritt aus dem dunklen Bergwald, dessen Schattenlicht noch an seiner oberen Grenze einen hohen Grad von Abschwächung erreicht (wie ich durch Messungen nächst der Hofpürglhütte feststellte, bei Tanne bis auf $\frac{1}{30}$, bei Fichte bis auf $\frac{1}{45}$!) in den helleren Legföhrenwald, der in dieser Beziehung das Bindeglied zwischen vorigem und der frei exponierten Matte darstellt, mit einem bedeutenden Lichtzuschuß verbunden, der den durch die höhere Lage bedingten Wärmeausfall einigermaßen kompensiert. Bevor ich auf die Schilderung der Begleitvegetation der Legföhrenbestände eingehe, sei noch folgendes betont: Was in der Literatur unter der Bezeichnung, »im Krummholze« wachsend, angeführt wird, bezieht sich zumeist auf die Krummholzregion im weiteren Sinne, während für meine Zwecke nur jene Angaben in Betracht kommen, welche sich auf Arten beziehen, die ausschließlich als »unter Krummholz« oder »im Schatten« desselben wachsend angeführt werden. Denn neben Pflanzen der Krummholzregion, die den lichteren Rand oder den tiefen Schatten der Legföhrenbestände aufsuchen, gibt es auch nicht wenige, denen nur das freie ungeminderte Licht der Höhe zusagt, die höchstens an den freien Stellen zwischen den Legföhrenbeständen, niemals aber im Innern derselben dauernd festen Fuß zu fassen vermögen. So treten, nach meinen Beobachtungen, auch wenn sie als bodenständige Pflanzen in unmittelbarster Nähe sich vorfinden, folgende Arten niemals in den Schatten der Legföhre ein: *Botrychium Lunaria, Eriophorum vaginatum, Nigritella angustifolia, Diantus alpinus, Heliosperma quadrifidum, Silene acaulis, Papaver alpinum, Dryas octopetala, Primula Auricula, Saxifraga Aizoon, Pinguicula alpina, Linaria alpina, Gentiana vulgaris, G. rhaetica, Achillea Clavenae, Pedicalaris verticillata,* echte Kinder des Lichtes, welche, vergleichsweise bemerkt, auch in Höhlen der Hochlage schon eingangs zurückbleiben oder gänzlich fehlen. Aber auch manche Pflanzen tieferer Lagen, die in die Region des Krummholzes aufgestiegen sind, wie *Lotus corniculatus, Parnassia palustris, Brunella grandiflora, Melampyrum silvaticum, Hypericum quadrangulum, Carlina acaulis,* sah ich fast nie in den Schatten desselben eintreten. Wenn Schroeter, dieser ausgezeichnete Kenner der Schweizer Alpenflora, unter den als Unterwuchs der Legföhre beobachteten Arten *Dryas octopetala*

und, was mich noch mehr befremdet, auch *Gnaphalium Leontopodium* anführt (auf Dolomitschutt, 1850 *m*, Scarltal, Ofengebiet), so dürfte es sich hier wohl nur um vereinzelte, vielleicht vorübergehende Ausnahmsfälle handeln, zumal er an anderer Stelle *Dryas* ausdrücklich als Bewohner der offenen Stellen eines Legföhrenbestandes ausführt und hinzufügt, daß die Pflanze als Xerophyt auch windoffene Lagen nicht scheue. Wie am Rande unserer hochstämmigen Wälder, im »Vorholze«, eine ganze Anzahl relativ lichtbedürftiger Arten aus den angrenzenden offenen Formationen eine geeignete Heimstatt findet, wie hier, nach Kerner, der Zufluchtsort speziell für die Pflanzen der Holzschläge sich befindet, so sind auch die Ränder der Legföhrenbestände von einer ganz charakteristischen Vegetation besetzt, die eben nur noch den lichten Schatten dieses Standortes verträgt. Die systematische Zusammensetzung dieses »Legföhrenvorholzes« ist schon von Kerner eingehend beschrieben worden. Fast regelmäßig säumt den Rand des Legföhrenwaldes, oft einen förmlichen Gürtel bildend, eine niedere Schicht immergrüner Ericineen *(Rhododendron hirsutum, Rh. ferrugineum, Erica carnea, Daphne striata)* »Kinder des Lichtes«, wie Kerner speziell von *Rhododendron* und *Erica* sagt, »denen der dunkle Schatten des geschlossenen Waldes nicht zusagt, die im Schatten blütenlos bleiben«. *Rhododendron hirsutum* geht im Schatten des Krummholzes bis zu einer Lichtabschwächung auf $\frac{1}{8}$ (in Höhlen bis $\frac{1}{12}$, aber blütenlos), *Rh. ferrugineum* etwas weiter bis $\frac{1}{13}$. Vorzugsweise an den Rändern, bei einer Schattenlichtstärke von $\frac{1}{3}$, wurden weiters beobachtet: *Tofieldia calyculata, Platanthera bifolia, Silene inflata, Geum montanum, Rubus saxatilis, Scabiosa lucida, Aster alpinus, Buphthalmum salicifolium,* sämtliche blühend, ferner *Aspidium lobatum. Silene inflata* wird von Stebler-Volkart als »lichtfordernd« bezeichnet. Die Monocotyledonen haben fast allgemein ein relativ hohes Lichtgenußminimum. Ebenso ist die bemerkenswerte Tatsache, daß annuelle Pflanzen den Legföhrenbeständen fast durchwegs fehlen, in erster Linie auf den von Wiesner betonten Umstand zurückzuführen, daß sie in der Regel ein hochliegendes und niemals ein (zweites) anomales Minimum besitzen, durchwegs freie Exposition verlangen und keine wesentliche Einschränkung ihres Lichtgenusses dulden (gleich den Zweijährigen, bei denen aber die Tendenz zur Anpassung an geringere Intensitäten häufiger vorkommt). Überdies tritt der annuelle Typus an und für sich in der alpinen Region — mit ihrer kurzen Vegetationszeit — gänzlich zurück und nimmt von unten nach oben zu rasch ab. So geben Bonnier-Flahault in den französischen Westalpen für 14 Genera zwischen 200—600 *m* 60%, zwischen 600—1800 *m* 33%, über 1800 *m* nur mehr 6% annuelle an. Kerner berechnet für die gesamte Alpenflora über 2000 *m* 4%, Heer 3·84% annuelle Pflanzen. Vergleichsweise sei angeführt, daß Cieslar für den doch lichten Schwarzföhrenwald nur 4% ein- bis zweijährige Arten nachgewiesen und Kerner für den Föhrenwald (*Pinus silvestris*) 12% ein- und zweijährige Arten berechnet hat. Bis zu einer Abschwächung auf $\frac{1}{4}$ wurden beobachtet: *Luzula silvatica, Gymnadenia odoratissima, Salix glabra, Larix europaea, Galium austriacum, Phyteuma orbiculare, Stachys Jacquini, Globularia cordifolia,* teils blühend, teils fruchtend. Auch Scharfetter führt für die Legföhrenbestände des Dobratsch als speziell »im Alpenrosengebüsch«, also wohl an den Rändern wachsend, an: *Gymnadenia odoratissima, Globularia cordifolia, Stachys Jacquini, Phyteuma orbiculare* (»lichtliebend«), *Buphthalmum salicifolium.* Bis $\frac{1}{5}$ gingen: *Lycopodium Selago, Alnus viridis* (auch bei Graz mit Vorliebe Randpflanze der Bestände von *Pinus silvestris*), *Fragaria vesca* (»lichtfürchtend«?). Bis $\frac{1}{6}$: *Daphne Mezereum* (typische Waldrandpflanze), *Primula elatior* (»lichtmeidend«?), *Aconitum Vulparia, Helleborus niger, Thalictrum aquilegifolium* (nach Kästner Waldrandpflanze), *Atragena alpina, Erica carnea* (»lichtliebend bis lichtmeidend«), *Ranunculus platanifolius, Lamium luteum* (Waldrandpflanze), *Mulgedium alpinum* (»lichtliebend«) *Ribes alpinum* (geht aber noch in tieferen Schatten), *Asplenium viride.* Bis $\frac{1}{7}$: *Veratrum album* (»lichtmeidend bis lichtfürchtend«), *Centaurea montana, Blechnum Spicant* Bis $\frac{1}{8}$: *Aconitum Napellus,*

Rosa pendulina, Corthusa Mathioli, Sorbis Aucuparia, Aspidium montanum, A. Lonchitis, Phegopteris Robertiana. Bis $\frac{1}{10}$: *Chrysanthemum corymbosum, Potentilla aurea* (»lichtliebend«), *Aposeris foetida, Soldanella montana.* An der oberen Grenze des Krummholzes treten auch manche der bisher aufgezählten Arten inmitten der aufgelockerten Bestände desselben, als Bestandteile der Oberschicht in gleicher Höhe mit den niedrigen Legföhrenkronen und daher gleich diesen gut beleuchtet, auf, so *Rosa pendulina, Sorbus Aucuparia* u. a. Vielfach sind die Randpflanzen der Legföhrenbestände dieselben, die nach Kerner als Besiedler von Schlägen im Legföhrenwalde neben oder nacheinander auftreten, anfänglich Arten, deren Samen durch den Wind herbeigeführt werden, wie zum Beispiel *Salix glabra,* zu denen sich später Arten mit genießbaren Früchten, wie *Fragaria, Rubus, Rosa, Sorbus* gesellen. Wo die Legföhre, wie auf Geröll, gleich der übrigen Vegetation niemals geschlossene Bestände bildet, findet, wie Gremblich hervorhebt, die dortige bodenständige Vegetation wohl anfangs unter den vereinzelten Legföhrenbüschen Schutz, wird aber bald mit zunehmender Beschattung von ihnen verdrängt (so *Linaria alpina, Biscutella laevigata, Papaver alpinum, Moehringia, Saxifraga* und *Hieracium*-Arten. Tiefer treten in den Legföhrenschatten, das heißt ins Innere der Bestände ein. Bis $\frac{1}{13}$: *Rhododendron ferrugineum*; $\frac{1}{14}$: *Euphorbia austriaca, Centaurea pseudophrygia, Homogyne alpina* (»lichtfürchtend«), *Astrantia maior, Athyrium filix femina*; $\frac{1}{16}$: *Vaccinium Myrtillus* (»lichtfürchtend«), *Viola biflora* (»lichtfürchtend«); $\frac{1}{17}$: *Phegopteris Dryopteris, Ph. polypodioides*; $\frac{1}{18}$: *Lysimachia nemorum* (nach Kästner Pflanze des Waldinnern, *Crepis aurea* (»lichtliebend«?), *Polytrichum strictum,* fertil, 1970 *m, Hypnum Schreberi,* steril, *Cladonia rangiferina*; $\frac{1}{19}$: *Saxifraga rotundifolia, Rubus Idaeus, Alchemilla alpina* (»lichtliebend«?), *Lonicera alpigena, Aconitum Napellus, Picea excelsa*; $\frac{1}{20}$: *Ribes alpinum, Geranium silvaticum* (»lichtliebend«?), *Gentiana asclepiadea, Sorbus chamaemespilus, Vaccinium Vitis Idaea* (»indifferent«), *Oxalis Acetosella, Erica carnea* (blütenlos: zweites anomales Minimum?) (»lichtliebend bis lichtmeidend«), *Hylocomium triquetrum,* steril, *Pseudoleskea catenulata,* steril, *Polytrichum formosum,* steril, *Cetraria islandica.* Bis in den tiefsten Legföhrenschatten, $\frac{1}{30}$ geht noch *Paris quadrifolia, Hylocomium splendens* (steril, 1500 *m*), *Dicranum scoparium* (fertil, 1500 *m*). In einer Felsnische, welche durch überhängende Legföhren stark verdunkelt war, fand ich *Paris quadrifolia* sogar noch bei $\frac{1}{40}$ in einer sehr charakteristischen Wuchsform. Die sonst horizontal, auf Oberlicht eingestellten, vom Stengel emporgehobenen vier Quirlblätter, waren hier am schlaffen, dem Boden anliegenden Stengel, dessen negativer Geotropismus völlig aufgehoben erschien, vertikal nach stärkerem Vorderlichte eingestellt und von tiefdunkelgrüner Farbe. (Eine ähnliche Wuchsform wird für *Stellaria nemorum* in Nischen von Seefried angeführt.) Etiolierte Pflanzen wurden in Legföhrenbeständen ebensowenig wie zum Beispiel in Höhlen beobachtet. Solche sind ja auch — nach Wiesner — in der Natur nur ganz ausnahmsweise zu finden, da sie im Kampfe mit der anspruchsloseren Konkurrenz alsbald unterdrückt werden. Der photometrische Charakter und die morphologische Ausprägung der Blätter einer und derselben Art weist nicht selten beträchtliche Unterschiede auf, je nachdem die Pflanze im Legföhrenschatten oder an freien Stellen wächst. So beobachtete ich am Giglachsee in 1950 *m* Höhe *Rhododendron ferrugineum* am Rande der Legföhrenbüsche bei $L = \frac{1}{11}$ mit typisch euphotometrischen, dunkelgrünen, glänzenden Blättern, während an freistehenden Exemplaren der euphotometrische Charakter weit weniger ausgeprägt, das Kolorit ein viel helleres war.

Furlani gibt an, daß *Rhododendron ferrugineum* im Bestande mit *Pinus Cembra* einen Blätterlichtschirm ausbildet, während es in vollkommen freien Lagen, bei höherer Lichtintensität, aber geringerer Wärme, nahezu alles Licht einläßt. In der Nähe der Hofpürglhütte traf ich im helleren Krummholzschatten häufig *Helleborus niger* bei $\frac{1}{6}$. Die Blätter waren dann typisch euphotometrisch, flach, während sie auf der benachbarten Alpenwiese panphotometrisch, im Sinne schwach convexer Hohlformen entwickelt waren. Sehr bemerkenswert erscheint mir daß auch, *Lamium luteum* im Krummholzschatten bei $\frac{1}{6}$ keinerlei Panaschüre aufweist. Nach Kerner sind »Silberflecke« ein Förderungsmittel der Transpiration, was ja im Hinblick auf den großen Feuchtigkeitsgehalt der Luft gerade in dieser Höhenlage nicht unangebracht erschiene. Andrerseits aber sind, nach Haberlandt, Silberflecke zur Perzeption der Lichtrichtung nicht geeignet. Gerade darauf können aber Schattenpflanzen um so weniger verzichten, je schwächer das ihnen zufließende Licht ist. Das durchgängige Fehlen der Panaschüre bei Höhlenpflanzen (speziell wieder bei *Lamium luteum*), wie bei Bewohnern des Krummholzschattens scheint mir sehr zugunsten der Haberlandt'schen Deutung zu sprechen. Daß im letzteren Falle die Panaschüre schon bei relativ geringer Lichtabschwächung aufgegeben wird, ist vielleicht aus dem Ansteigen des Lichtgenußminimums mit der Seehöhe zu begreifen. An *Lamium luteum* habe ich übrigens auch im Krummholze den sonst an schattigen Standorten häufigen Blauglanz ihrer Blätter niemals beobachtet. Lehrreich war in dieser Hinsicht der Vergleich mit dem Verhalten von *Asarum europaeum* in der alpinen Gruppe des Grazer botanischen Gartens (im Freien steigt die Art nicht über die Waldgrenze empor). Am Rande der dortigen Legföhrengruppe, bei Intensitäten zwischen $\frac{1}{2}$ bis $\frac{1}{12}$, waren die Blätter gelbgrün bis sattgrün. Blauglanz trat erst im Innern der Bestände, bei Intensitäten zwischen $\frac{1}{20}$ bis $\frac{1}{40}$ auf. Kästner bemerkt, daß der Blauglanz der Asarumblätter oft nur vorübergehend, zum Beispiel zur Zeit der Schließung des Laubdaches, auftrete. Auch ist durch Kulturversuche erwiesen, daß Blätter ihren Blauglanz, der stets nur bei sehr schwacher Beleuchtung auftritt, bei stärkerem Lichtgenusse und in trockener Luft wieder rasch verlieren. Gentner erblickt im Blauglanz ein Abwehrmittel gegen die kurzwelligen blauen und violetten Strahlen, welche dem Chlorophyll der nur mit einer zarten, durchlässigen Kulikula ausgerüsteten Schattenblätter gefährlich werden könnten und ein Mittel zur Ausnutzung der gelben und roten Wärmestrahlen. Was ersteren Punkt betrifft, so bleibt nichts übrig, als anzunehmen, daß trotz des bekannten Reichtums des Höhenlichtes an chemischen Strahlen in unseren Fällen das durch die Legföhrenkronen gegangene Licht eben noch zu wenig geschwächt, beziehungsweise gebrochen war, um Blauglanz hervorzurufen. Der zweite Punkt kommt wenigstens für Bewohner dichterer Legföhrenbestände weniger in Betracht, da diese durch ihre dunklen Nadeln und das dichte Geäst die Wärme in hohem Grade binden.

Potentilla aurea tritt im lichten Legföhrenschatten bei $\frac{1}{10}$ mit kaum oder garnicht silberglänzend behaarten Blättern auf, was von Schroeter auch für ihr Vorkommen im Schatten von *Alnus viridis* hervorgehoben wird. Auch *Buphthalmum salicifolium* verhält sich in einem Schattenlichte von $\frac{1}{5}$ analog. *Veratrum album* zeigte bei $\frac{1}{7}$ die deutliche Tendenz zu euphotometrischer Gestaltung der Blätter, an denen die Rinnenbildung gegenüber Exemplaren freierer Standorte ersichtlich zurücktrat.

Von den von mir im Legföhrenschatten beobachteten Arten gelten ganz allgemein als typische Schattenpflanzen: *Homogyne alpina, Lysimachia nemorum, Helleborus niger, Astrantia maior, Lamium luteum, Mulgedium alpinum, Viola biflora, Corthusa Mathioli, Paris quadrifolia, Saxifraga rotundifolia, Ranunculus platanifolius.* Für die Mehrzahl der genannten sowie anderer Arten, die gelegentlich auch im Schatten der Legföhre wachsen, hat Seefried euphotometrischen Charakter und typische

Lichtsinnesorgane nachgewiesen. (Solche vom Typus I für *Ranunculus platanifolius, Homogyne alpina* und *Cyclamen europaeum,* Typus II für *Thalictrum aquilegifolium, Corthusa Mathioli,* Typus III für *Viola biflora, Gentiana asclepiadea, Saxifraga rotundifolia, Symphytum tuberosum, Vaccinium Myrtillus* (»lichtfürchtend«) (Lichtgenuß nach Wiesner $1 - \frac{1}{54}$, erträgt nach Neger viel Schatten und bildet bei fast vollkommener Beschirmung noch eine zusammenhängende Bodendecke, wogegen *Vaccinium Vitis Idaea* viel lichtbedürftiger ist, was auch meine Untersuchungen im Legföhrenwald sowie unter Grünerle bei Graz bestätigt haben). Lichtsinnesorgane vom Typus III hat auch *Linaria Cymbalaria,* die unter Legföhren im botanischen Garten zu Graz bei $\frac{1}{6}$ bis $\frac{1}{8}$ wächst. Zusammengesetzte Lichtsinnesorgane besitzt nach Seefried *Paris quadrifolia. Wulfenia carinthiaca,* die nach Prohaska in Kärnten gelegentlich noch bei 2000 *m* unter Krummholz auftritt, meidet ebensosehr den geschlossenen Wald wie den offenen Kamm. *Cladonia rangiferina* und *Cetraria islandica* werden von Zukal zwar als Lichtflechten bezeichnet, deren Optimum zwischen $1 - \frac{1}{10}$ liegt, deren Minimum aber auch bis auf $\frac{1}{50}$ herabgehen kann. Erwähnt sei noch, daß ich im Alpinum des Grazer botanischen Gartens auch *Scolopendrium vulgare* und *Cystopteris fragilis* bis zu $\frac{1}{20}$ in den Legföhrenschatten eintreten sah. (Das Minimum beider liegt noch viel tiefer.)

Für die lichtbedürftigeren Arten ist häufig ein Sichzusammendrängen gerade an den Süd- oder Südosträndern der Legföhrenbestände sehr bezeichnend. Scharfetter führt *Cyclamen europaeum* in südseitigen Krummholzbeständen des Dobratsch an. Ich beobachtete nächst der Hofpürglhütte (1500 *m*) vorzugsweise in S oder SO Exposition folgende Arten an den Krummholzrändern: *Tofieldia calyculata, Veratrum album, Gymnadenia odoratissima, Aconitum Napellus, A. Vulparia, Thalictrum aquilegifolium, Fragaria vesca, Potentilla aurea, Rubus Idaeus, R. saxatilis, Rosa pendulina, Sorbus Aucuparia, S. chamaemespilus, Geum montanum, Ribes alpinum, Alchemilla alpina, Erica carnea, Galium austriacum, Silene inflata, Daphne Mezereum, Primula elatior, Lonicera alpigena, Stachys Jacquini, Phyteuma orbiculare, Euphorbia austriaca, Globularia cordifolia, Salix glabra, Buphthalmum salicifolium, Phegopteris Robertiana, Asplenium viride* — eine Verteilung, welche speziell mit Rücksicht auf das noch später zu besprechende Auftreten spezifisch thermophiler Elemente im Krummholze nicht ohne Interesse ist. (Schroeter nimmt auch für *Erica carnea, Globularia cordifolia, Polygala Chamaebuxus* und *Cyclamen europaeum* südliche Herkunft in Anspruch.)

Die erwähnten Bewohner der Krummholzränder genießen durchwegs kräftiges Vorderlicht, oft auch starkes Unterlicht, das überhaupt im Gebirge (speziell Kalk) durchaus keine untergeordnete Rolle spielt. So bestimmte ich nächst der Hofpürglhütte (1500 *m*) an einem südseitigen Standorte der Legföhre — bei rein diffuser Beleuchtung — das Verhältnis von Ober- zu Vorder- und Unterlicht mit $1 : \frac{1}{1 \cdot 5} : \frac{1}{6}$, welch letzterer Wert bei direkter Bestrahlung (durch Reflexion von den grellweißen Kalkschutthalden) sich noch bedeutend erhöhen würde. (Wiesner fand 1·5 *m* über dem Wasserspiegel der Thaya ein Verhältnis von Oberlicht zu Unterlicht wie $1 : \frac{1}{6}$).

Furlani weist auf die Ausbildung grauer, behaarter Blattunterseiten an Pflanzen solcher Standorte hin, die starkes Unterlicht erhalten, gegen welches vielfach ein Schutz nötig wird. Solche Blätter besitzen von Krummholzbewohnern, z. B. *Sorbus Aria, Amelanchier vulgaris,* in minderem Grade auch *Acer Pseudoplatanus,* von den Besiedlern der Schutthalden *Achillea Clavenae* und *Dryas octopetala.*

Mit dem früher erwähnten Nichteintreten gewisser Arten in den Legföhrenschatten oder doch ihrer Beschränkung auf die hellsten Stellen desselben steht auch der anatomische Bau ihrer Blätter in schönstem Einklange. Es besitzen nämlich *Pinguicula alpina* nach Kerner, *Silene inflata* nach Heinricher, *Achillea Clavenae, Aster alpinus, Buphthalmum salicifolium, Botrychium Lunaria* nach eigenen, früheren Untersuchungen typisch isolateralen Blattbau, der aber stets mit pan- oder aphotometrischem, niemals mit euphotometrischem Blattcharakter einhergeht und stets als der Ausdruck

reichlicher, allseitiger Lichtzufuhr, beziehungsweise hohen Lichtgenusses zu bewerten ist, im Gegensatze zum dorsiventralen Bau des an einseitige Bestrahlung angepaßten Schattenblattes.

Unter den als Unterholz des Krummholzes angeführten Arten beansprucht *Atragene alpina* — als einzige Liane der alpinen Region — besonderes Interesse. Lianen fehlen im allgemeinen der alpinen Region, wie auch dem polaren Gebiete. Denn auf Alpenhöhen herrscht, wie schon Kerner sagt, kein Schatten und ist daher Klettern zwecklos. Außerdem sind gewisse klimatische Elemente, wie das starke Höhenlicht und die niedrige Nachttemperatur der Erzeugung langer Achsen, wie sie für Kletterpflanzen notwendig sind, hinderlich.

Im Bergwalde häufig, tritt *Atragene* in die Krummholzregion nur gelegentlich ein. Ich beobachtete sie im Aufstiege zum Giglachsee in 1750 *m* Höhe im Vorholze eines Legföhrenbestandes. Und zwar rankte die Liane sich nicht direkt an den Stämmen, beziehungsweise Ästen der Legföhre empor, sondern hielt sich an die Peripherie des Schattenkreises derselben, wo sie zunächst vom Boden aus auf *Rhododendron ferrugineum,* von Zweigende zu Zweigende desselben spannend, überging, derart, daß ihre beblätterten Triebe in gleicher Höhe mit den obersten Rhododendronblättern (bei einem Lichtgenusse von $\frac{1}{6}$) sich befanden, und schickte sich erst von hier aus an, das oberste, lichte Geäst der Legföhre, wo die Intensität auf $\frac{1}{3}$ stieg, zu erklimmen. Das Blattwerk der Liane in der Höhe der Rhododendronbüsche war deutlich auf Vorderlicht eingestellt und schwach panphotometrisch entwickelt (concave Hohlform). Dieselbe Art des Aufklimmens an der Peripherie des Stützbaumes und der Einstellung des Laubes erst auf Vorderlicht, dann — in der Krone — auf Oberlicht, beobachtete ich bei der nächstverwandten *Clematis Vitalba* in der Umgebung von Graz, besonders unter tiefschattenden Stützbäumen (*Fagus, Picea*). Die biologisch so interessante Beziehung zwischen dem Lichtgenuß einer Liane und dem ihres Stützbaumes wurde bisher nur von Wiesner in einem einzigen Falle, *Acer dasycarpum* und *Vitis cordifolia* betreffend, näher untersucht. Das gegenseitige Verhältnis von Liane und Stützbaum wird, wie ich allgemein bemerken möchte, nicht nur durch die Lage der Minima des Lichtgenusses beider, sondern auch durch die Art der Belaubung beider sowie durch den Umstand, welche von beiden zuerst ihre Blätter ausbildet, sehr wesentlich beeinflußt. Den zweiten Punkt betreffend, ergeben sich zunächst folgende Möglichkeiten:

A. Liane sommergrün, Stützbaum sommergrün (*Clematis* auf *Fagus*),

B. Liane sommergrün, Stützbaum immergrün (*Clematis* auf *Picea*),

C. Liane immergrün, Stützbaum sommergrün (*Hedera* auf *Populus*),

D. Liane immergrün, Stützbaum immergrün (*Hedera* auf *Abies*).

Unser Fall (*Atragene* auf *Pinus montana,* beziehungsweise *Rhododendron*), ordnet sich also dem Typus B unter. Daß beide Stützsträucher immergrün sind, bedeutet für die sommergrüne Liane zweifellos einen gewissen Nachteil, der ihr durch die dauernde, oft ziemlich ausgiebige Beschattung erwächst.

Von diesem Gesichtspunkte aus ist es auch sofort verständlich, daß *Atragene,* den tieferen Schatten meidend, an der Peripherie emporzukommen, auf diesem Umwege die Krone und damit das stärkere Oberlicht zu gewinnen trachtet. Sie verhält sich in dieser Hinsicht wie *Vitis cordifolia,* deren Sprosse nach Wiesner ebenfalls mehr in der Nähe der Peripherie als im Innern der Krone des Ahorn sich entwickelten, was in diesem Falle durch die frühere Belaubung des letzteren bedingt war, die in ganz ähnlicher Weise den Lichtgenuß der aufkletternden Liane beeinträchtigt, wie in unserem Falle das immergrüne Laubdach der Legföhre.

Die Maxima des Lichtgenusses von *Pinus montana, Rhododendron ferrugineum* und *Atragene* erreichen (gleich denen von *Vitis cordifolia* und *Acer dasycarpum*) wohl durchwegs den Wert 1. Das

Minimum des Lichtgenusses von *Pinus montana* liegt bei $\frac{1}{8}$, jenes von *Rhododendron ferrugineum* etwa bei $\frac{1}{13}$; das von *Atragene* konnte zurzeit noch nicht mit Sicherheit festgestellt werden, doch dürfte es mit Rücksicht auf ihr allgemeines Verhalten — als Waldrandpflanze — nicht allzutief gelegen sein. Die Frage, ob, wie bei *Vitis cordifolia* und *Acer dasycarpum* (deren Minima weit auseinanderliegen: *Acer* $\frac{1}{40}$, *Vitis* $\frac{1}{80}$), auch in unserem Falle die Liane dem Stützbaume im Kampfe ums Dasein überlegen wird, ihn durch Lichtentzug entlauben oder doch seine Laubmasse verringern kann, muß einstweilen offen bleiben, zumal auch *Atragene* die Krone der Legföhre noch nicht völlig erreicht, geschweige denn sich über ihr ausgebreitet hatte.

Der Schichtenbau des Legföhrenwaldes.

Über die Gliederung des Legföhrenwaldes in vertikaler Richtung hat schon Kerner grundlegende Untersuchungen angestellt. Weitere wertvolle Beiträge verdanken wir Gremblich und Vierhapper. Das Lichtgenußproblem wird allerdings darin nirgends gestreift, eine Stelle bei Vierhapper ausgenommen, wo er sagt, daß die Schichtung der Elemente des Bestandes hauptsächlich durch ihr Verhalten zum Lichte bedingt sei. Wie alle Wälder, so hat auch der Legföhrenwald seinen bestimmten Niederwuchs, der in verschiedene Schichten abgestuft ist. Freilich ist deren Zahl (zum Beispiel gegenüber dem hochstämmigen Föhrenwald, in dem Kerner 5, oder dem Misch-Bergwald, in dem er 4 Schichten unterscheidet), verringert (auf 3 oder noch weniger herabgedrückt) und ihr Bau selbst wiederum vereinfacht. Die artliche Zusammensetzung dieses Niederwuchses ist nach dem Alter des Legföhrenbestandes, der chemischen Beschaffenheit des Substrates, dem Feuchtigkeitsgehalte des Bodens, der Seehöhe wieder eine sehr wechselnde, so daß man verschiedene »Fazies« des Legföhrenwaldes danach unterscheiden kann.

Der Schichtenbau eines alten Legföhrenbestandes (auf Kalk) wird von Kerner wie folgt beschrieben: 1. Unterschicht: Flechten, Moose *(Plagiochila asplenioides, Hypnum triquetrum, H. splendens, H. Crista castrensis, Sphagnum acutifolium, S. squarrosum, Cetraria islandica, Cladonia rangiferina, Cl. furcata).* Stauden: *(Asplenium viride, Moehringia muscosa, Soldanella alpina, Pirola uniflora, Oxalis Acetosella, Viola biflora, Homogyne alpina).* 2. Mittelschicht: Niederes, immergrünes Gesträuch von *Rhododendron hirsutum, Vaccinium Myrtillus, V. Vitis Idaea, V. uliginosum, Juniperus nana, Erica carnea, Calluna vulgaris, Empetrum nigrum.* 3. Oberschicht: Hohes Gesträuch von *Pinus montana,* überragt von *P. Cembra, Picea excelsa* (in tieferen Lagen), *Sorbus Aucuparia, S. chamaemespilus.*

Jüngere Bestände zeigen dagegen folgenden Aufbau: 1. Unterschicht: Sommergrüne Stauden *(Primula elatior, Saxifraga rotundifolia, Veronica urticaefolia, Geranium silvaticum, Rubus saxatilis. Centaurea montana, Valeriana montana, Lamium luteum, Aposeris foetida, Arabis alpina, Geum rivale)* 2. Mittelschicht: Sommergrüne Arten *(Daphne Mezereum, Rosa alpina, Lonicera nigra, Sorbus Aucuparia, S. chamaemespilus, Rubus Idaeus, Salix arbuscula, S. glabra, S. hastata, S. grandifolia, Adenostyles alpina, Imperatoria Ostruthium, Veratrum album, Gentiana pannonica, Convallaria verticillata, Sonchus alpinus).* 3. Oberschicht: *Pinus montana* überragt von *Betula verrucosa* und Sträuchern aus der Mittelschicht). — Wie ersichtlich, nehmen mit dem Älterwerden des Bestandes die sommergrünen Gewächse (erst die Stauden, dann die Sträucher) an Zahl ab, die immergrünen Sträucher und Moose zu, so daß schließlich eine rein immergrüne Formation zustande kommt. Vierhapper bezeichnet beide von Kerner beschriebenen Typen als Entwicklungsstufen ein und derselben, dem gleichen Endzustande zustrebenden Formation, die häufig durch Zwischenstufen verbunden sind. Hohe Artenzahl unter sonst gleichen Umständen, vor allem bei gleichem Substrate, deutet darauf hin, daß das End-

stadium noch nicht erreicht ist. Das Schlußglied wäre nach Kerner stets eine reine, immergrüne Ericineenformation, was aber Vierhapper bezweifelt. Nach ihm treten zwar nach Rodung der Legföhre auf Urgestein bei trockenem Substrate *Rhododendron ferrugineum* und *Iuniperus nana* als ihr ehemaliges Unterholz, auf feuchtem Substrat *Alnus viridis*, auf Kalk *Rhododendron hirsutum* und *Erica carnea* an ihre Stelle. Doch bilden letztere in höheren Lagen auch selbständige Abschlußformationen, in denen die Legföhre nie vorhanden war.

Der Legföhrenwald erinnert in seiner Schichtung nach Kerner stark an die zwergigen Iuniperuswälder, die sich im Niederland der Donau als Mittelglied des Hochwaldes und der baumlosen Steppe einschieben. Dort treten aber sommergrüne Papilionaceen an die Stelle der immergrünen Ericineen. Auch Beziehungen zur Formation der Macchia sind in mehrfacher Hinsicht gegeben. Wie — nach Migula — die Legföhre durch die Armut und Unwirtlichkeit des Bodens niedergehalten wird (während sie in milderen Klimaten und auf tiefgründigem Boden sich auch baumförmig zu entwickeln vermag, also einen Typus darstellt, der je nach den äußeren Verhältnissen bald als Busch, bald als Baum auftritt), eine Ansicht, die neuerdings, nur noch schärfer präzisiert, auch Scharfetter vertritt, wenn er die Legföhre als »Lückenbüßer« (vor ihm übrigens schon P. E. Müller), als die »Windfazies« oder die »Hungerfazies« des Hochwaldes bezeichnet, so können auch in der Macchia sich einzelne Arten an bevorzugten Stellen baumförmig entwickeln, während sie an den ungünstigen immer niedriger werden. Auch ist vielfach die Macchia selbst — nach Schimper — als das erhaltene Unterholz ursprünglicher Wälder (von *Quercus suber, Q. Ilex, Pinus maritima* und *P. halepensis*) gleich der Legföhre aufzufassen. Beide breiten, wie Furlani betont, einen Lichtschirm als Regulator der Strahlung über den Boden. Die Macchiapflanzen öffnen ihn an der Nordgrenze ihrer Verbreitung, die alpinen Immergrünen in großer Seehöhe. Auch die Macchia ist im wesentlichen eine Xerophytenformation wie die der Legföhre. Auch in ihren Beständen, die den nackten Kalkfels überziehen, brütet glühende Hitze.

Die Schichtung eines Legföhrenbestandes auf Urgestein beschreibt Vierhapper folgendermaßen: 1. Unterschicht: Moose, *Cetraria islandica, Cladonia rangiferina.* 2. Mittelschicht: *Calluna vulgaris, Vaccinium Myrtillus, V. Vitis Idaea, V. uliginosum, Rhododendron ferrugineum, Empetrum nigrum, Iuniperus nana, Deschampsia flexuosa, Nardus stricta, Calamagrostis villosa, Potentilla erecta, Oxalis Acetosella, Veronica officinalis, Homogyne alpina, Arnica montana, Lycopodium annotinum,* Farne. 3. Oberschicht: *Pinus montana, Rosa pendulina, Lonicera coerulea, Alnus viridis,* bisweilen überragt von *Sorbus Aucuparia, Betula verrucosa, Picea, Larix, Pinus Cembra.* Vierhapper bezeichnet einen derartigen Legföhrenwald schon als Endformation, als Ausdruck des Gleichgewichtszustandes am Standorte im Kampfe um Boden und Licht der hier existenzberechtigten Pflanzenarten. Eine vollkommene Verdrängung der Legföhre durch Ericaceen wäre bei ihm nur bei Selbsterschöpfung des Bodens möglich; ob eine solche stattfindet, wissen wir nicht. Bei meinen eigenen Bestandesaufnahmen wurde natürlich auf die Ermittlung der Beleuchtungsverhältnisse in den einzelnen Stockwerken, die bisher gänzlich unbekannt waren, besonderes Gewicht gelegt. Ich lasse einige Beispiele folgen:

I. Legföhrenbestand am Hochlantsch, S-Lage, 1680 *m.* Bestandeshöhe 1·2 *m,* Substrat Kalk.
(Untere Grenze der geschlossenen Bestände bei 1550 *m.*)

Oberschicht: Kronen von *Pinus montana,* zwergiger *Picea excelsa, Sorbus chamaemespilus.* Oberlicht $= \frac{1}{2 \cdot 5}$. Mittelschicht: *Lonicera alpigena, Ribes alpinum, Rubus Idaeus, Daphne Mezereum, Aconitum Napellus, Gentiana asclepiadea* ($L = \frac{1}{5}$); *Saxifraga rotundifolia, Geranium silvaticum, Vaccinium Vitis Idaea, Alchemilla alpina* ($L = \frac{1}{9}$). Unterschicht: *Oxalis Acetosella, Hylocomium triquetrum, Pseudoleskea catenulata* (beide steril) $L = \frac{1}{50}$. Der Bestand ist — im Sinne Kerners — als ein Übergangsglied zwischen einem jüngeren und älteren Legföhrenbestande aufzufassen, in dem zu unterst immergrüne Moose, dann eine niedere immergrüne Schicht (Vaccinium), eine höhere

sommergrüne Schicht auftreten, auf welche die Kronen der Legföhre folgen. Zu einem so charakteristischen, stockwerkartigen Aufbaue, wie in unseren Wäldern, speziell etwa denen der Buche, wo deutlich abgegrenzte Etagen, förmliche parallele Blatthorizonte unterschieden werden können, kommt es überhaupt in Legföhrenbeständen nie. Dazu fehlt infolge der Dichte dieser Bestände es vor allem an dem nötigen Spielraum in die Breite. Auch ist die gegenseitige Abgrenzung der aufeinanderfolgenden Stockwerke, beziehungsweise Laubhorizonte zumeist eine unscharfe. Wie die Kronen der Holzgewächse der Oberschicht häufig über jene der Legföhre hinausragen oder doch mit ihnen in gleicher Höhe liegen, so ragen auch die Pflanzen der Mittelschicht oft beträchtlich in die Oberschicht, jene der Unterschicht in die Mittelschicht hinein. Die Blätter des Unterwuchses befinden sich aber stets in fixer Lichtlage und zeigen typisch euphotometrischen Charakter. Blattmosaikbildung — sonst in Wäldern so häufig — ist in Legföhrenbeständen nur selten zu beobachten. Der Grund hiefür darf wohl in erster Linie wiederum in dem Mangel an verfügbarem Raum in die Breite, weniger darin, daß etwa die Lichtabschwächung nicht weit genug geht, erblickt werden, denn im Hinblick auf das Ansteigen des Lichtgenußminimums mit der Seehöhe könnte sehr wohl auch die auf möglichste Ausnutzung des Lichtes abzielende Bildung des Blattmosaiks in der Hochlage schon früher, das heißt bei geringeren Graden der Lichtabschwächung, erwartet werden. In obigem Bestande waren schwache Ansätze zu einer Mosaikbildung der Blätter bei *Ribes alpinum* erkennbar. Im botanischen Garten zu Graz habe ich deutliche Blattmosaikbildung an *Acer Pseudoplatanus* (Gesamthöhe 20 *cm*) im Legföhrenschatten bei $L = \frac{1}{4}$ feststellen können.

II. Legföhrenbestand am Natterriegel, 1910 *m*, S-Lage. Bestandeshöhe 0·5 *m*. Kalk.

(Obere Grenze der Bestände 1910 *m*, untere 1500 *m*.)

Oberschicht: *Pinus montana, Rosa pendulina, Rubus Idaeus* ($L = \frac{1}{1 \cdot 6}$). Mittelschicht: *Rubus saxatilis, Silene inflata, Geranium silvaticum, Rhododendron hirsutum, Vaccinium Myrtillus, V. Vitis Idaea* ($\frac{1}{1 \cdot 8} - \frac{1}{2 \cdot 5}$. Unterschicht: *Potentilla aurea, Tortella tortuosa* steril ($\frac{1}{3} - \frac{1}{4 \cdot 5}$). Mit Rücksicht auf das Vorwiegen der Ericineen ist dieser Bestand wohl als ein älterer im Sinne Kerners aufzufassen.

III. Legföhrenbestand am Giglachsee, 1970 *m*, W-Lage. Bestandeshöhe 0·6—1 *m*. Urgestein.

Oberschicht: *Pinus montana* $L = \frac{1}{1 \cdot 14}$. Mittelschicht: *Rhododendron ferrugineum*, Vaccinium Myrtillus* ($\frac{1}{4}$): Unterschicht: *Polytrichum strictum* (fertil), *Hypnum Schreberi* (steril), *Cladonia rangiferina, Cetraria islandica* ($\frac{1}{18}$). Älterer Bestand im Sinne Kerners.

IV. Legföhrenbestand am Natterriegel, 1900 *m*, S-Lage. Bestandeshöhe 1 *m*, dicht geschlossen, Kalk.

Oberschicht: *Pinus montana* ($L = \frac{1}{1 \cdot 6}$). Mittelschicht: *Ribes alpinum* ($\frac{1}{2}$). Unterschicht: *Primula elatior, Saxifraga rotundifolia, Geranium silvaticum, Oxalis Acetosella* ($\frac{1}{4}$) *Cetraria islandica* ($\frac{1}{12}$). Wäre nach Kerner wegen des gänzlichen Fehlens der Ericineen als jüngerer Bestand aufzufassen,

doch erscheint mir der Verallgemeinerung der von Kerner vertretenen Deutung der immergrünen Ericineen, speciell der Rhododendren, als exakter Alterszeiger des Bestandes gegenüber immerhin einige Vorsicht geboten. Kerner selbst gibt zu, daß die Rhododendren sowohl im jüngeren Legföhrenwalde als auch an tief beschatteten Stellen älterer Bestände fehlen. Ebensogut könnte man daher das Fehlen oder Vorkommen der Alpenrose in Legföhrenbeständen mit bestimmten optimalen Beleuchtungsverhältnissen in Zusammenhang bringen, die aber wiederum, wie wir früher gehört haben, nicht strenge proportional der Bestandshöhe, beziehungsweise dem Alter derselben sind. Eine reine, immergrüne Ericineen-Bodenvegetation, ausschließlich von *Erica carnea* (in vegetativem Zustande) als Unterschicht gebildet, habe ich im Innern eines dichtgeschlossenen Legföhrenbestandes nächst der Hofpürglhütte bei $\frac{1}{20}$ angetroffen. In solchen Fällen, wo durch dichten Bestandesschluß das Oberlicht stark geschwächt und die Zahl der Schichten des Unterwuchses bis auf eine herabgemindert ist, pflegt dafür die auf starkes Vorderlicht eingestellte Randvegetation um so üppiger entwickelt und artenreicher zu sein.

V. Legföhrenbestand im Aufstiege zum Giglachsee, 1700 *m*, NW-Lage, Bestandeshöhe 2 *m*, Urgestein.
(Obere Grenze der Bestände bei 1970 *m*.)

Oberchicht: *Pinus montana, Alnus viridis** ($L = \frac{1}{4 \cdot 5}$). Mittelschicht: *Rhododendron ferrugineum**, *Vaccinium Myrtillus, Deschampsia caespitosa** ($\frac{1}{13}$). Unterschicht: *Saxifraga rotundifolia, Oxalis Acetosella, Phegopteris polypodioides**, *Ph. Dryopteris** ($\frac{1}{17}$); *Polytrichum formosum* und *Hypnum Schreberi*, beide steril ($\frac{1}{20}$). Hier liegt ein bezeichnender Anschluß der Legföhre an die hygrophile Formation der Grünerle vor, wie er von Vierhapper, — von ihm als ebenso selten wie auffällig bezeichnet — auch im Lungau beobachtet wurde. Wo Legföhre und Grünerle gleichwertige Elemente von Beständen sind, treten nach ihm in ihrer Begleitvegetation gleichwohl die Genossen letzterer in den Vordergrund, was auch hier zutrifft. Es sind die mit * bezeichneten Arten, für deren Auftreten (wie zum Teil im Bestande III) vor allem die abweichenden edaphischen Verhältnisse (Urgesteinsboden) maßgebend sind.

Die vorgeführten Legföhrenbestände (I—V) lassen den mächtigen Einfluß, den die Abschwächung des Lichtes von oben nach unten in ihnen auf die Zahl, den Aufbau und die artliche Zusammensetzung der Schichten des Unterwuchses nimmt, zur Genüge erkennen. Die Zunahme der Kryptogamen von oben nach unten, das Dominieren typischer Schattenpflanzen wie *Oxalis, Saxifraga rotundifolia,* Moose und Flechten in der untersten Schicht, die Reduktion der Stockwerke des Unterwuchses in sehr dichten Beständen auf eine einzige, oft sogar nur von einer einzigen Art gebildete Schichte sind der deutlichste Ausdruck dafür.

Die Beantwortung der Frage, ob und inwieferne die Verschiedenheit des Unterwuchses zweier verglichener Legföhrenbestände ausschließlich auf die Verschiedenheit der Beleuchtung in ihnen zurückzuführen ist, läßt sich natürlich nur bei Gleichheit aller übrigen ökologischen Faktoren, von denen besonders der Chemismus und Feuchtigkeitsgrad des Substrates im Sinne einer sehr prägnanten artlichen Auslese wirksam sind, beantworten. Die gegenseitige Vertretung von Arten nach dem Substrate (Kalk oder Urgestein), wie von *Rhododendron hirsutum* und *Rhododendron ferrugineum, Erica carnea* und *Calluna vulgaris* gilt auch vollauf für ihr Auftreten im Legföhrenunterholze.

Ältere Legföhrenbestände auf Urgestein stimmen nach Vierhapper mit ebensolchen auf Kalk oft ziemlich weitgehend, selbst bis zu einem gewissen Grad der artlichen Zusammensetzung überein, wogegen jüngere Entwicklungsstadien stärkere Unterschiede aufweisen. Nach demselben Autor sind

ferner die Legföhrenbestände der Ostalpen auf Kalk im allgemeinen durch relativen Artenreichtum, jene auf Urgestein durch Artenarmut ausgezeichnet. (Ausgesprochen feuchte Urgesteinsstandorte bringen allerdings wieder einen etwas reicheren Artenbestand des Legföhrenunterwuchses mit sich). Es sei noch auf ein Gesetz verwiesen, das allgemein anerkannt, auch für den Legföhrenwald volle Gültigkeit hat; das Gesetz, daß der Aufbau einer Formation im allgemeinen um so einfacher und reiner wird, je geringer die Luftwärme wird, wie sich am klarsten an der oberen Grenze ihrer Verbreitung zeigt. Schon die Fichte sucht, wie Kissling hervorhebt, in höheren Lagen engsten Anschluß an ihresgleichen. Der Legföhrenwald ist zwar im Vergleiche zum Bergwalde schon an und für sich ein relativ artenreiner (wenn man die von nur wenigen anderen Holzgewächsen durchsetzte Oberschicht in Betracht zieht) Bestand. Im vollsten Sinne des Wortes aber wird er dies an seiner oberen Grenze, wo diese sonst in die Oberschicht sich teilenden Holzgewächse völlig zurücktreten, wodurch dann eine charakteristische, gerade obere Grenzlinie der Legföhrenbestände zustande kommt. (Magnus gibt für die Formation der Legföhre in Steiermark zwischen 1400—1900 *m* Mischbestände (*Pinus montana, Picea, Larix)*, zwischen 1900—2000 *m* reine Bestände an).

Dieser Vereinfachung der Oberschichte geht mit zunehmender Seehöhe auch eine solche der übrigen Schichten parallel, die sich sehr anschaulich in der Verringerung der Artenzahl äußert. So wiesen fünf Bestände aus verschiedenen Höhen nachfolgenden Artenbestand auf:

1680 *m*	(Kalk)	Blütenpflanzen	14,	Moose	2,		zusammen	16,
1700 *m*	(Urgestein)	»	7,	Farne	2,	Moose 2,	»	11,
1900 *m*	(Kalk)	»	6,	Flechten	1,		»	7,
1910 *m*	(Kalk)	»	10,	Moose	1,		»	11,
1970 *m*	(Urgestein)	»	3,	Moose	2,	Flechten 2,	»	7.

Ansteigen von Pflanzen in den Krummholzbeständen und Vorschiebung ihrer oberen Verbreitungsgrenzen.

Sowie Felsen — nach Beck — ein Mittel sind, dessen sich Pflanzen bei ihren Verschiebungen berg- oder talwärts bedienen, wozu insbesondere, wie Pehr betont, der Kalk sich eignet, wie viele Schattenpflanzen auch außer- beziehungsweise oberhalb des Waldes noch in Felsnischen, Höhlen, am Grunde von Dolinen in der Alpenregion angetroffen werden, so spielt auch der Legföhrenwald die Rolle eines ausgesprochenen Asyles für viele, speziell sommergrüne Schattenpflanzen tieferer Lagen, die in ihm und durch ihn eine oft recht beträchtliche Elevation erfahren. In ihm finden sie, gleichwie an den früher genannten Örtlichkeiten, Schutz vor zu starker Bestrahlung und austrocknenden Winden, erfreuen sich, von dem schroffen Wechsel der Temperatur und ihren Extremen in der Hochlage weniger beeinflußt, eines milderen lokalen Klimas, das es ihnen ermöglicht, ihre sonstige obere Verbreitungsgrenze vorzuschieben. So beobachtete ich *Lysimachia nemorum* im Krummholze bis 1500 *m* (Hofpürglhütte). Nach Beck steigt sie nur bis 1000 *m* an; *Lamium luteum* bis 1600 *m* (Natterriegel). Obere Grenze nach Beck 1500 *m*; *Corthusa Mathioli* bis 1690 *m* (Hochlantsch). Beck: 1400 *m*; *Paris quadrifolia* bis 1700 *m* (Hofpürglhütte). Beck: 1300 *m*; nach Pehr im Gebiete der Kor- und Saualpe bis 1900 *m*; *Rosa pendulina* bis 1910 *m* (Natterriegel); nach Magnus in Steiermark bis 1800 *m*; nach Pehr bis 1900 *m* (auf Kalk). *Rubus Idaeus* bis 1910 *m* (Natterriegel); nach Beck bis 1660 *m*; *Saxifraga rotundifolia* bis 1910 *m* (Natterriegel); Pehr: 1800 *m*; *Oxalis Acetosella* bis 1910 *m* (Natterriegel), Beck: 1700 *m*, Magnus: 1600 *m*, Vierhapper 1600 *m* (Lungau); *Vaccinium Vitis Idaea* bis 1910 *m* (Natterriegel), Beck: 1900 *m*; *Primula elatior* bis 1910 *m* (Natterriegel), Beck, Pehr: 1900 *m*; *Rubus saxatilis* bis 1910 *m* (Natterriegel), Pehr, Magnus: 1800 *m*; *Polytrichum strictum* bis 1970 *m* (Giglachsee). Nach Breidler ist der höchste bisher bekannte Standort in Steiermark Payerhöhe bei Stadl mit 1950 *m*. — Die oft recht bedeutenden Elevationen der angeführten Arten im Zuge der steirischen Kalk-

alpen sind besonders im Hinblick auf ihre von Beck für den nahen Schneeberg ermittelten oberen Grenzen bemerkenswert.

Schroeter beobachtete im Legföhrenwalde *Convallaria maialis* noch bei 1850 *m* (Ofengebiet). Auf dieses Ansteigen zahlreicher Pflanzen im Schutze bestimmter Pflanzenvereine oder selbst vereinzelter Pflanzengruppen ist bisher bei der Bestimmung ihrer oberen Höhengrenzen viel zu wenig Bedacht genommen worden, wie ich an einigen Beispielen kürzlich in der österreichischen botanischen Zeitschrift („Floristisches aus Steiermark, 1918, Nr. 10/12) gezeigt habe. Die von Wiesner zuerst festgestellte Zunahme des Lichtgenuß-Minimums mit der Seehöhe läßt sich auch an zahlreichen Begleitern der Legföhrenbestände sehr deutlich verfolgen. So ergaben meine Beobachtungen unter anderem ein Ansteigen des Minimums mit zunehmender Erhebung bei folgenden Arten: *Rosa pendulina* 1690 *m* $\left(\frac{1}{8}\right)$, 1910 *m* $\left(\frac{1}{1\cdot6}\right)$, *Silene inflata* 1700 *m* $\left(\frac{1}{3}\right)$, 1910 m $\left(\frac{1}{1\cdot8}\right)$, *Rubus Idaeus* 1680 *m* $\left(\frac{1}{20}\right)$, 1910 *m* $\left(\frac{1}{1\cdot6}\right)$, *Rhododendron hirsutum* 1690 *m* $\left(\frac{1}{8}\right)$, 1910 *m* $\left(\frac{1}{1\cdot8}\right)$, *Rhododendron ferrugineum* 1700 *m* $\left(\frac{1}{13}\right)$, 1950 *m* $\left(\frac{1}{8}\right)$, *Paris quadrifolia* 1550 *m* $\left(\frac{1}{40}\right)$, 1700 *m* $\left(\frac{1}{3}\right)$ *Aconitum Napellus* 1500 *m* $\left(\frac{1}{8}\right)$, 1700 *m* $\left(\frac{1}{3}\right)$, 2200 *m* (frei, = 1).

Geranium silvaticum 1700 *m* $\left(\frac{1}{13}\right)$, 1910 *m* $\left(\frac{1}{1\cdot8}\right)$, *Oxalis Acetosella* 1680 *m* $\left(\frac{1}{20}\right)$, 1910 *m* $\left(\frac{1}{6}\right)$, *Potentilla aurea* 1500 *m* $\left(\frac{1}{10}\right)$, 1600 *m* $\left(\frac{1}{6}\right)$, 1910 *m* $\left(\frac{1}{3}\right)$, *Saxifraga rotundifolia* 1680 *m* $\left(\frac{1}{9}\right)$, 1910 *m* $\left(\frac{1}{6}\right)$, *Vaccinium Vitis Idaea* 1680 *m* $\left(\frac{1}{20}\right)$, 1910 *m* $\left(\frac{1}{2\cdot5}\right)$, *Vaccinium Myrtillus* 1500 *m* $\left(\frac{1}{16}\right)$, 1950 *m* $\left(\frac{1}{8}\right)$, *Aspidium Lonchitis* 1690 *m* $\left(\frac{1}{8}\right)$, 1750 *m* $\left(\frac{1}{3}\right)$, *Asplenium viride* 1550 *m* $\left(\frac{1}{6}\right)$, 1750 *m* $\left(\frac{1}{3}\right)$, *Athyrium filix femina* 1700 *m* $\left(\frac{1}{12}\right)$, 1700 *m* $\left(\frac{1}{5}\right)$.

Für echte, das heißt nicht an das volle Licht anpassungsfähige Schattenpflanzen *Oxalis, Paris, Saxifraga rotundifolia* und andere) ist vielleicht der Legföhrenwald mit seinen mannigfachen Abstufungen des Schattenlichtes die einzige Möglichkeit, sich in der Hochlage noch zu behaupten, wobei sie immer freiere Exposition aufsuchen; sie erreichen in ihm oder mit ihm ihre obere Verbreitungsgrenze. (So fällt am Natterriegel die obere Legföhrengrenze (1910 *m*) genau mit der oberen Grenze von *Saxifraga rotundifolia* zusammen.)

Für anpassungsfähige Arten, deren Lichtgenußminimum, gleichfalls mit der Seehöhe ansteigend, den Grenzwert 1 erreichen kann, bedeutet der Legföhrenwald nur eine Durchzugsstation auf ihrem Wege zur freien Alpenmatte, in die sie ungestraft eintreten (zum Beispiel: *Aconitum Napellus*).

Wenn wir bisher von einer »Begleitvegetation« der Legföhrenbestände gesprochen haben, so muß gleichwohl daran erinnert werden, daß diese Bezeichnung nicht etwa in dem Sinne gilt oder aufzufassen ist, wie man etwa von spezifischen Begleitpflanzen gewisser Waldbäume (Rotbuche, Eiche, Tanne usw.) spricht. Solche hat die Legföhre nicht. Der Gesamtcharakter des im Legföhrenwalde vereinigten Unterwuchses ist der eines Gemisches von Arten, die im wesentlichen drei Regionen entstammen: der Berg-, der Voralpen- und der Alpenregion. Gewiß gibt es auch nicht wenige Arten, die im Legföhrenwald ihre Hauptverbreitung besitzen und in ihm überall mit außerordentlicher Konstanz wiederkehren, wie zum Beispiel in den Dolinen des Karstes (Beck), ohne aber ihm ausschließlich eigen zu sein.

Dies geht schon aus der tabellarischen Gegenüberstellung der Charakterpflanzen der einzelnen Regionen und ihrer Verschiebung nach oben oder unten bei Beck mit vollster Deutlichkeit hervor. Er vermag zwar dort für die Berg-, Voralpen- und Alpenregion jeweils spezifische, nur diesen eigene und deren Grenzen nicht überschreitende Arten namhaft zu machen, nicht aber auch für die Krummholzregion im engeren Sinne.

Er stellt nur zirka 30 Arten als typische Pflanzen dieser Zone fest, die aber alle ihr Gebiet sowohl nach oben als nach unten bedeutend zu überschreiten vermögen. Am meisten »bodenständig« im Legföhrenwalde erscheinen davon noch am ehesten: *Salix grandifolia, S. nigricans, Lonicera alpigena, L. nigra, Ribes alpinum, Petasites niveus,* die nur in die Voralpenregion noch von hier aus sich verbreiten.

Von den zirka 70 von Beck für den Legföhrenwald überhaupt angeführten Begleitpflanzen nimmt Scharfetter reichlich 30, also fast 50%, als rein subalpin in Anspruch. Beck selbst betont, daß in der unteren Region des Legföhrenwaldes sich einzeln oder gruppenweise fast alle Bäume des Voralpenwaldes, im lichten Bestande der Legföhre die meisten Voralpenkräuter sich einfinden und auch die Kryptogamenvegetation daselbst lebhaft an die des Fichtenwaldes erinnern. Dasselbe betont Glowacki, wenn er sagt, daß die Moose im Schatten der Legföhre (wie auch der Grünerle) meist nur eine Wiederholung der Arten darstellen, die bereits im oberen Bergwalde auftreten.

Faßt man wiederum im engeren Sinne die im Schatten der Legföhrenbestände wachsenden Pflanzen, nicht jene der Krummholzregion schlechtweg, ins Auge, so verschiebt sich naturgemäß das zahlenmäßige Verhältnis der den drei Regionen entstammenden Begleitpflanzen noch mehr zugunsten der Arten tieferer Lagen. So ergeben sich aus einer von Vierhapper aufgestellten Liste von Begleitpflanzen der Legföhrenbestände zwischen 1450—2000 *m* (Lungau, auf Kalk) 90% subalpine und nur 10% alpine Arten. Meine eigenen Untersuchungen ergaben auf Kalk zwischen 1500—1550 *m*, 93% subalpine, 7% alpine Arten von Blütenpflanzen; zwischen 1700—1750 *m* 85% subalpine, 15% alpine; zwischen 1900—1970 *m* 80% subalpine, 20% alpine, was für den ganzen Legföhrengürtel ein Mittel von 86% subalpinen, 14% alpinen ergibt, dem Vierhapper'schen Werte sich also nähert. Die Gesamtartenzahl blieb zwischen 1500 und 1750 *m* annähernd — mit 26 — konstant, sank zwischen 1900 bis 1970 *m* aber auf 15. Eine von Vierhapper aufgestellte Liste der Begleitpflanzen auf Urgestein (Lungau) ergibt 91% subalpine und 9% alpine Arten. Der gesteigerte Prozentsatz ersterer gegenüber dem Kalk, ist wohl aus dem höheren Hinaufreichen des Waldes im Urgebirge erklärlich. Wenn Scharfetter in diesem starken Einschlag der Einwanderung von unten unter anderem eine Stütze für die von ihm mit aller Schärfe vertretene Zugehörigkeit des Legföhrenbestandes zur Waldregion erblickt und als weiteren Beweis hinzufügt, daß »wenn eine Gattung alpine Arten besitzt, nicht diese, sondern die subalpine Art im Legföhrenbestande auftritt, zum Beispiel bei *Valeriana, Gentiana, Geum, Alchemilla*«, so ist — im Prinzipe — dagegen nichts einzuwenden. Nur darf diese für einzelne Fälle zweifellos zutreffende Tatsache nicht zu sehr, im Sinne einer Regel verallgemeinert werden und sind gerade die angeführten Beispiele, mit Ausnahme des ersten, nicht sehr glücklich gewählt. Die alpine *Valeriana elongata* und *V. celtica* wird tatsächlich im Krummholze durch die subalpine *V. saxatilis* und *montana* vertreten. Weitere Beispiele wären: *Homogyne discolor* wird im Legföhrenbestand durch *H. alpina* vertreten; analog *Viola alpina* durch *V. biflora, Veronica alpina* und *aphylla* durch *V. officinalis, Salix retusa, reticulata, herbacea,* durch *S. glabra, grandifolia, nigricans.*

Gerade der Mischcharakter der Legföhrenbestände, beziehungsweise ihres Unterwuchses, das völlige Zurücktreten der Ruderalpflanzen in ihnen (Vierhapper zum Beispiel führt nur *Urtica divica* an) verleiht dieser Formation einen hohen Grad von Urwüchsigkeit und Ursprünglichkeit gegenüber anderen, speziell anderen Wäldern. Mit Recht sagt darum schon Kerner, nicht nur mit Rücksicht auf die schwere Gangbarkeit: »Wenn irgendwo in den Alpen noch ein Wald als Urwald anzusehen ist, so ist es der Legföhrenwald.«

In der von unten eingewanderten Begleitvegetation der Legföhre auf Kalk spielen Buchenbegleiter häufig eine erhebliche Rolle, während sie auf Urgestein zurücktreten. Sehr bemerkenswert ist noch die Rolle, welche der Legföhrenwald auf Kalk gelegentlich als Asyl für thermophile

(pontische, südöstliche oder südliche Arten) spielen kann. Von solchen seien genannt: *Aronia rotundifolia* (bis 1660 *m*), *Biscutella laevigata* (1700 *m*, Lungau, 1850 *m* Schweiz), *Buphthalmum salicifolium* (nach Beck bis oberste Krummholzregion), *Chamaebuxus alpestris* (bis 2000 *m* im Karwendel), *Cyclamen europaeum* (1960 *m*, Dobratsch), *Dentaria enneaphyllos* 2000 *m*, Lungau), *Globularia cordifolia* (2210 *m*, Bayern) *Erica carnea* 1960 *m*, Dobratsch), *Scabiosa ochroleuca, Anthericum ramosum, Dianthus plumarius, Cotoneaster vulgaris* (1850 *m*). Sämtliche Arten sind typische Kalkpflanzen; für ihr Auftreten demnach vor allem edaphische Gründe (den Legföhrenbeständen auf Urgestein fehlen sie) aber auch Exposition (vorwiegend in Südlage!) und die klimatischen Verhältnisse im Legföhrenwald, auf welche schon hingewiesen wurde, maßgebend. (Bindung der Wärme, die sonst der Boden ausstrahlen würde, durch das dunkle Nadelwerk und dichte Geäst, zwischen dem oft eine atembeklemmende Hitze brütet; auch die sonst meist in leichter Bewegung befindliche Luft, die dem Boden viel Feuchtigkeit und Wärme entziehen würde, wird in den Legföhrenbeständen zurückgehalten und schützt als schlechter Wärmeleiter vor weitgehender Abkühlung. Auch der Eintritt der Blüte vollzieht sich im Legföhrenwald viel früher, als 50—60 *m* höher an Pflanzen im nackten Gestein, und in seinem Schutze überdauert der Unterwuchs auch vorübergehende Schneefälle im Hochsommer. (Gremblich).

Zu den Thermophilen sind auch *Pulmonaria stiriaca* und *Anemone trifolia* zu rechnen, die von Hayek für die Krummholzbestände der Sanntaler Alpen angeführt werden, wenn gleich für erstere wenigstens Kalksubstrat nicht unbedingt erforderlich ist, sowie *Evonymus latifolius,* der nach Beck als Begleiter der Legföhre an ihren Dolinenstandorten im Karste (Smrekova draga u. a.) auftritt.

Photometrischer Charakter und anatomischer Bau der Legföhrennadel.

Die Beobachtungen, welche Wiesner an verschiedenen europäischen sowie amerikanischen Arten der Gattung Pinus gemacht hat *(Pinus silvestris, P. austriaca = Laricio, P. nigra, P. flexilis, P. Murrayana),* lassen es in hohem Grade wahrscheinlich erscheinen, daß der aphotometrische Charakter des Laubes geradezu ein konstantes Gattungsmerkmal aller Pinusarten darstellt. Er gilt auch, wie ich mich überzeugte, uneingeschränkt für die Nadeln von *Pinus montana.* Auch die Nadeln dieser Art wenden eben so oft ihre Ober- als ihre Unterseite dem Lichte zu, zeigen also keine bestimmte Beziehung zum Lichteinfall, wenn sie auch eine »fixe Blattlage« einnehmen. (Als Oberseite bezeichnet Kienitz-Gerloff die flache Seite, die der »Innenseite« Vierhappers entspricht; Unterseite wäre demnach die gewölbte Seite (Außenseite). Wie in ähnlichen Fällen, deutet auch hier der aphotometrische Charakter auf hohen Lichtgenuß, eine Lichtfülle des Standortes, mit der die Pflanze nicht ökonomisch umzugehen braucht, hin. Der Lichtgenuß aller bis jetzt darauf hin untersuchten Pinusarten bewegt sich innerhalb enger Grenzen *(Pinus nigra, P. Laricio* $= 1-\frac{1}{11}$, *P. flexilis* $1-\frac{1}{9}\left(\frac{1}{11}\right)$, *P. Murrayana* $= 1-\frac{1}{6}$, freistehend $\frac{1}{10}$, nach Wiesner, *P. montana* $= 1-\frac{1}{8}$). Morphologisch sind die Nadeln von *Pinus montana* von denen der *P. silvestris* nach Vierhapper durch derbere Konsistenz, stumpfere Enden und geringeren Grad der Drehung unterschieden. Auch tritt die bläuliche Bereifung der Innenseite an ihnen nur in der Jugend auf. Die jüngsten Nadeln, an den Triebspitzen, sah ich fast vertikal aufgerichtet, mit ihren freien Enden etwas zusammenneigend, die älteren, der tiefer stehenden Quirle schräge unter immer größer werdenden Winkeln schräg von der Achse abstehend. Der aphotometrische Charakter ist bei allen gleich gut ausgeprägt. In tiefem Schatten der Krone erwachsene Nadeln trugen ein dunkleres Kolorit und eine bemerkenswerte, abweichende Anordnung an der Achse zur Schau. An Schattensprossen, sowohl aus dem Innern der Krone als auch von der Peripherie, die sich in Horizontallage befanden (letztere von darüber befindlichen, herabgekrümmten Ästen oft niedergehalten oder selbst flach dem Boden angedrückt)

und nur im Genusse eines schwachen Oberlichtes standen, erschienen die Nadeln auf den ersten Blick förmlich zweizeilig angeordnet, die Sprosse selbst förmlich flach gepreßt. Bei näherem Zusehen zeigte sich allerdings, daß die Nadeln nicht ausschließlich, aber doch vorwiegend an den beiden Sproßflanken entwickelt waren (wobei die Nadeln je eines Paares sich außerordentlich nahe, bis zur Berührung gerückt waren), während an der Sproßoberseite, ungefähr in der Mitte nur eine Reihe von Nadeln, in der Richtung der Sproßachse, dieser angedrückt oder kaum von ihr abstehend, verlief. Bei den peripheren Zweigen dieser Art könnte man allerdings zunächst an bloße, primär durch Druck oder Raummangel verursachte Zwangsformen denken. Dem widerspricht aber die völlig analoge Ausbildung der nach oben gänzlich unbehinderten Schattensprosse aus dem Innern und in größerer Höhe der Krone. Eine Umbildung, beziehungsweise Umstimmung des photometrischen Charakters des Laubes ein und derselben Art mit dem Wechsel der Beleuchtung hat Wiesner in zahlreichen Fällen nachgewiesen.

Ich verweise auch auf eine sehr instruktive Abbildung bei Graebner, welche sehr schön zeigt, wie an einer im tiefen Schatten gewachsenen Fichte die Nadeln typisch zweizeilig (wie bei der Tanne) angeordnet waren, wie also an Stelle des panphotometrischen Charakters derselben der euphotometrische trat. Von diesem Gesichtspunkte aus darf jedoch unser Fall nicht betrachtet werden. Denn nach wie vor zeigten nämlich sowohl die an den Flanken als auch in der Mitte der Sprosse orientierten Nadeln keine bestimmte Beziehung zum Lichteinfall, wendeten eben so oft die eine wie die andere Seite nach oben, waren also nach wie vor aphotometrisch.

Aber eine allgemeine, gröbere Einstellung auf Oberlicht, die Tendenz zur möglichsten Ausnützung desselben war unleugbar vorhanden und offenbar auch der Sinn dieser abweichenden Anordnung. Theoretisch ist die Umwandlung aphotometrischer Assimilationsorgane in photometrische ja denkbar und vollzieht sich in Wirklichkeit, nach Wiesner, wenn auch im allgemeinen nur phylogenetisch, so doch in manchen Fällen (einzelne Koniferen) auch ontogenetisch. Wiesner stellt auch ausdrücklich fest, daß Übergänge vom aphotometrischen Blatte zum photometrischen in der Natur bestehen. Er bezeichnet solche Blätter dann als »oligophotometrisch«, das heißt stumpf auf das Licht reagierend in dem Sinne, daß sie zwar ihre Oberseite dem stärkeren Lichte zuwenden, aber nicht befähigt sind, ihre Spreite weiter nach den Graden der Lichtstärke zu orientieren. Dieser Typus ist aber offenbar auf unseren Fall nicht anwendbar. Es können ferner nach Wiesner aber aphotometrische Blätter in ihrer Lagerung auch rein passiv auf günstigen Lichtempfang eingerichtet sein, das heißt ihre Oberseite dem Lichte zuwenden und eine fixe Blattlage vortäuschen, ohne daß Licht überhaupt die Ursache hiervon ist. Solche Blätter hat Wiesner »pseudophotometrische« genannt, ein Modus, dem sich unser Fall aber wiederum nicht unterordnen läßt. Es handelt sich hier eben nicht um eine Umstimmung des aphotometrischen Charakters der einzelnen Nadel, der als solcher gewahrt bleibt, als vielmehr um eine Umbildung ganzer ursprünglich allseits benadelter, orthotroper Sprosse, beziehungsweise Sproßsysteme unter dem Einflusse stark abgeschwächter Beleuchtung in mehr weniger zweizeilig benadelte, plagiotrop-dorsiventrale zum Zwecke besserer Ausnützung des einseitig einstrahlenden Oberlichtes. Einmal darauf aufmerksam geworden, konnte ich das Phänomen dann zu wiederholten Malen feststellen.

So trat die beschriebene Tendenz zur zweizeiligen Anordnung der Nadeln schon an den obersten völlig freien Trieben der Legföhre, die im Schatten einer Fichte in 1400 *m* Höhe am Natterriegel wuchs, bei $L = \frac{1}{6}$ deutlich zutage. Dasselbe Verhalten zeigten die im eigenen Schattenlichte von der Stärke $L = \frac{1}{6}$ erwachsenen Sprosse einer Legföhre in 1500 *m* Höhe. An Exemplaren des Grazer botanischen Gartens wurde an Schattensprossen aus dem Innern der Krone bei $L = \frac{1}{6 \cdot 5}$ dieselbe Wahrnehmung gemacht.

Der Grenzwert der Lichtabschwächung (gleichgültig, ob es sich um eigenes Schattenlicht oder jenes eines Schirmbaumes handelt), bei dem dieser Umschlag der Benadelung eintritt, dürfte demnach zwischen $\frac{1}{6}$ bis $\frac{1}{7}$ gelegen sein, also nicht weit vom Minimum des Lichtgenusses der Legföhre entfernt) und bietet in gewisser Hinsicht eine unverkennbare Analogie zum »kritischen Punkte« des Lichtgenusses photometrischer Blätter im Sinne Wiesner's, der den Übergang vom pan- zum enphotometrischen Blattcharakter bezeichnet, dar. Vergleichsweise habe ich auch *Pinus silvestris* bei Graz auf ihr diesbezügliches Verhalten untersucht und gefunden, daß auch bei ihr die Erscheinung, nur in wesentlich abgeschwächtem Maße, zu beobachten ist. In tiefem Schattenlichte ($L = \frac{1}{12} - \frac{1}{15}$) erwachsene Sprosse trugen die Nadeln ebenfalls vorzugsweise an ihren Flanken in einer Ebene ausgebreitet; doch klafften die Nadeln je eines Paares viel weiter auseinander als bei der Legföhre, und war auch die Sproßoberseite mit mehreren Reihen von Nadeln besetzt, die oft unter erheblichen Winkeln von der Achse abstanden.

Nicht unerwähnt möchte ich schließlich noch die von Stahl und Wiesner aufgedeckte Beziehung zwischen Lichtgenuß und Wurzelverpilzung bei Laub- und Nadelhölzern lassen, darin bestehend, daß die Höhe des Lichtgenusses im umgekehrten Verhältnisse zur Ausbildung der Mycorrhiza steht. Dies trifft sehr deutlich für *Pinus nigra* und *P. Laricio* mit hohem Lichtgenußminimum und unvollkommener Mycorrhiza, wogegen *Picea* und *Abies* mit sinkendem Minimum stets höhere Grade der Wurzelverpilzung aufweisen, zu, weniger deutlich dagegen für *Pinus montana.* Diese besitzt trotz ihres noch niedrigeren Minimums (als *P. nigra)* eine wohl entwickelte ektotrophe und endotrophe Mykorrhiza, und Neger verweist zum Beispiel auf die Tatsache, daß die Fichte im Dünensand nur dann gut gedeiht, wenn sie mit Legföhre zusammen gepflanzt wird.

Anatomie der Legföhrennadel.

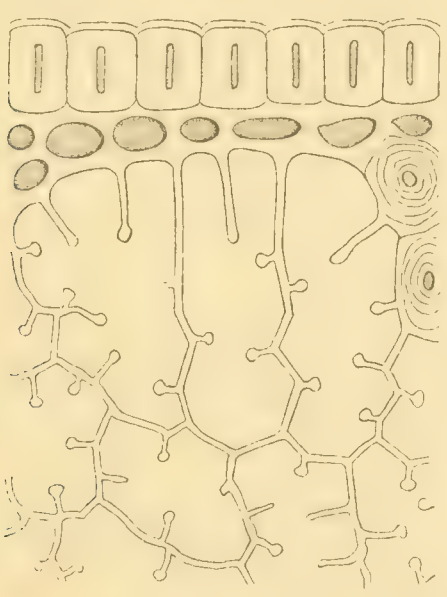
Die Lichtstimmung und der photometrische Charakter der Legföhrennadel spiegelt sich, wie auch sonst überall, in klarer Weise auch in ihrem anatomischen Baue wieder. Dem aphotometrischen Charakter der Nadel entspricht ihr konzentrischer Bau, genauer gesagt, die konzentrische Anordnung ihres grünen Mesophylls, eine Einrichtung, die bewirkt, daß das Licht von allen Seiten her die Chlorophyllkörner treffen kann (daher es auch gleichgültig ist, welche Seite sich dem Lichte zuwendet), und eine fixe Lichtlage nicht notwendig macht, da allseits genug Licht zur Verfügung steht. Mit wechselndem Sonnenstande wird stets immer eine andere Partie des Chlorophylls relativ stark bestrahlt und so die nachteilige Wirkung dauernder starker Beleuchtung vermindert. Der anatomische Bau der Legföhrennadel ist, wie Vierhapper hervorhebt, ein besonders ausgeprägter xerophiler. Die Zellen der Epidermis, fast doppelt so hoch als breit, sind sehr dickwandig und besitzen ein spaltenförmiges Lumen im Gegensatze zum rundlichen Lumen von *Pinus silvestris* und *P. nigra.* Auf sie folgt ein ein- bis zweireihiges (letzteres an den Kanten der Nadel) Hypoderm mit mäßig verdickten Zellen (das vielleicht als ein Lichtschutz aufzufassen ist, da nach Wiesner das aphotometrische Blatt bei hohem absoluten Lichtgenusse ein Abwehrmittel gegenüber der starken, direkten Strahlung benötigt, das hier durch eine das chlorophyllführende Gewebe überdeckende Schicht gebildet wird). Dem Hypoderm liegen 3 bis 6 (im Mittel 4) Harzgänge direkt an. (Bei *Pinus nigra* und *P. silvestris* sind sie ringsum von Mesophyll umschlossen und in geringer Zahl vorhanden.)

Alle Zellen des durchaus homogenen, konzentrisch angeordneten Mesophylls sind reichlich mit jenen, allseits ins Innere vorspringenden Leisten und Fortsätzen versehen, die ihnen die Bezeichnung »Armpalissaden« eingetragen haben. Diese Vorsprünge sind, wie ich hervorheben möchte, besonders stark an den an das Hypoderm angrenzende Mesophyllzellwänden entwickelt, fehlen aber auch den an die Gefäßbündelscheide angrenzenden Wänden nicht, was an dem von Vierhapper reproduzierten Querschnitt einer Nadel (nach Kirchner-Löw-Schroeter) nicht ersichtlich ist. Innerhalb der

Gefäßbündelscheide liegt das Leitbündel, welches aus zwei deutlich getrennten Strangen besteht, die aus je einem Holz- und Siebteile aufgebaut und durch eine dem letzteren auf seiner Außenseite anliegende Platte mechanischer Zellen gewissermaßen miteinander verbunden sind. Spaltöffnungen sind gleichmäßig auf Außen- und Innenseite der Nadel verteilt.

Für meine Zwecke war es nun wichtig, festzustellen, ob es auch in den, den verschiedenen Beleuchtungsgraden entsprechenden Licht- und Schattennadeln der Legföhre zu ähnlichen anatomischen Differenzierungen komme, wie etwa in den bekannten Licht- und Schattenblättern der Rotbuche. Bedeutende anatomische Unterschiede waren allerdings meines Erachtens von vornherein nicht zu erwarten, da erfahrungsgemäß sich solche erst beim Laube von Bäumen einstellen, deren Amplitude des Lichtgenusses eine sehr weite ist, wie dies zum Beispiel eben für die Rotbuche zutrifft $\left(L = 1 - \frac{1}{60}\right)$. Gleichwohl sind Licht- und Schattennadeln der Legföhre, die zum Beispiel den Lichtgenußstärken $\frac{1}{1 \cdot 5}$ und $\frac{1}{6 \cdot 5}$ entsprechen, schon auf den ersten Blick im Querschnittsbilde auseinanderzuhalten. Die unterscheidenden Merkmale beider betreffen in erster Linie das Mesophyll, in minderem Grade auch die Epidermis. Die Kutikula der »Lichtnadeln« zeigt stärkere Entwicklung als jene der »Schattennadeln«. Die ins Innere der Mesophyllzellen vorspringenden Leisten sind in der Lichtnadel nicht nur weit zahlreicher, sondern auch, speziell an den an das Hypoderm angrenzenden Wänden von viel größerer Länge als in der Schattennadel. Die Mesophyllelemente selbst zeigen in der Lichtnadel die Tendenz zur stärkeren Einbuchtung, sind schmäler, aber tiefer als jene der Lichtnadel, die eine mehr ovale Form bei annähernd gleicher Breiten- und Tiefenerstreckung aufweisen. Da die

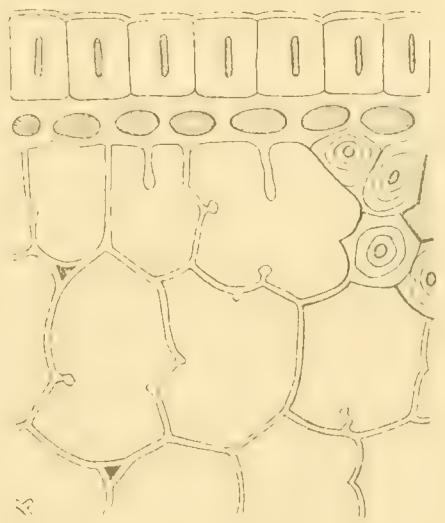
Fig. 1.



Lichtnadel von *Pinus montana.*
(Mesophyllquerschnitt) Vergr. 540.

Lichtgenuß $= \frac{1}{1 \cdot 5}$.

Fig. 2.



Schattennadel von *Pinus montana.*
(Mesophyllquerschnitt). Vergr. 540.

Lichtgenuß $= \frac{1}{6 \cdot 5}$.

einspringenden Leisten der Armpalissaden zweifellos den Nutzen haben, daß dadurch möglichst viele Chloroplasten an den Zellwänden Platz finden (Prinzip der Innenflächenvergrößerung), so muß in ihrer Ausbildung schon an und für sich eine förderliche Einrichtung zur möglichsten Ausnutzung allseits einstrahlenden Lichtes erblickt werden. Da nun starke Belichtung zweifellos der anregende Faktor zu einer immer vollkommeneren Ausgestaltung des Assimilationsgewebes ist, erscheint ihre Vermehrung und Vergrößerung in der Lichtnadel ohneweiters verständlich. Nicht unerwähnt in diesem

Zusammenhange mögen auch die von Bonnier durchgeführten Kulturversuche mit *Pinus austriaca a)* in gewöhnlichem (unterbrochenem) Lichte, *b)* in kontinuierlichem, elektrischem Lichte, bleiben. Wie die von Schimper reproduzierten Querschnittsbilder beider Nadeln deutlich erkennen lassen, unterscheidet sich die in kontinuierlichem elektrischen Lichte gezogene Nadel durch größeren Reichtum an Chlorophyll, auch in tiefer liegenden Schichten, zum Beispiel Mark, aber schwach oder kaum ausgebildete Armpalissaden, dünnere Zellwände, quantitatives Zurücktreten der mechanischen Elemente, überhaupt durch viel geringere Differenzierung des histologischen Baues höchst auffällig von der bei gewöhnlicher, unterbrochener Beleuchtung verwachsenen Nadel, weist vielmehr große Ähnlichkeit mit der anatomischen Struktur etiolierter oder auch hochnordischer Pflanzen auf. Unterbrochen elektrisch beleuchtete Pflanzen verhielten sich intermediär.

Aus Bonniers Versuchen geht klar hervor, daß die Anreicherung des Assimilationsgewebes mit Chlorophyll mit der Steigerung des Lichtgenusses in Beziehung steht. Das Unterbleiben der Armpalissadenbildung bei ununterbrochener elektrischer Beleuchtung hängt vielleicht damit zusammen, daß die Intensität der verwendeten Lichtquelle doch weit hinter der des Sonnenlichtes zurückblieb. Nicht uninteressant ist endlich der Vergleich des anatomischen Baues der Nadeln der Legföhre mit jenen der Zirbe, den unter anderen ebenfalls Vierhapper beschreibt. Die Nadel von *Pinus Cembra* ist zwar im allgemeinen auch konzentrisch gebaut, aber doch mit unverkennbaren Anklängen zu dorsiventraler Entwicklung. So treten Spaltöffnungen nur an den beiden Innenseiten auf.

Im Sinne von Armpalissaden ist nur die erste, dem Hypoderm anliegende Mesophyllschicht entwickelt, wodurch, bei gleichzeitiger, relativer Längsstreckung derselben, das Mesophyll ziemlich deutlich in ein einreihiges Palissadenparenchym und ein vielreihiges Schwammparenchym gegliedert erscheint. Eine anatomische Ausprägung, die mit dem geringeren Lichtbedürfnis der Zirbe (gegenüber der Legföhre) sowie mit ihrer Fähigheit, in der Jugend mehr Schatten zu ertragen, trefflich im Einklange steht.

Das Grünerlengebüsch.

Legföhre und Grünerle vertreten sich in unseren Alpen bekanntlich in der Regel gegenseitig, was mit der Verschiedenheit ihrer edaphischen und klimatischen Ansprüche zusammenhängt. *Alnus viridis* bevorzugt mineral-, speziell silikatreiche oder mergelige Böden des Urgebirges und Schiefers im Gegensatz zu *Pinus montana*, der Kalk und Dolomit besonders zusagt. Für die Grünerle ist der kühle, das Wasser zäh festhaltende Urgesteinsboden im allgemeinen besser geeignet, als der wärmere, rasch austrocknende Kalk. Nach Schroeter bevorzugt *Alnus viridis* die unter den Laubhölzern gewissermaßen den Zundernhabitus vertritt (daher auch Laublatsche genannt), feuchte, schattige Nordhänge, beginnt gleich der Legföhre als Strauch im Koniferengürtel und geht wie diese über die Baumgrenze hinaus, einen Gürtel zwischen 1500 bis 2000 (2060) *m* Seehöhe einnehmend. Möglicherweise entspricht ihre heutige obere Grenze der ehemaligen Waldgrenze, was unter anderem Schroeter für einen Bestand bei St. Antönien in der Schweiz wahrscheinlich gemacht hat. Nach Vierhapper ist *Alnus viridis* mehr dem relativ kontinentalen Klima der Zentralalpen, *Pinus montana* dem relativ ozeanischen der Kalkalpen angepaßt. Erstere ist auch letzterer gegenüber durch ihre Raschwüchsigkeit sowie die Leichtigkeit ihrer Verjüngung und Verbreitung im Vorteil. Die geschilderte Verschiedenheit ihrer Ansprüche schließt jedoch ein Nebeneinandervorkommen beider in demselben Gebiete, ja selbst in ein und demselben Bestande nicht aus. So beobachtete ich *Pinus montana* und *Alnus viridis* auf demselben Substrat (Urgestein) oberhalb der Waldgrenze, auf Hängen, miteinander

abwechselnd, im Aufstiege zum Giglachsee, in SO-Lage, erstere allerdings mehr auf den »Felswandeln« und höher ansteigend, letztere mehr in den feuchten Runsen und im groben Schutt.[1] Mischbestände beider oberhalb des Nadelwaldes beschreibt Kerner aus der Biharia, Vierhapper aus dem Lungau, Strobl vom großen Scheiplsee am Bösenstein, Nevole von der Frauenmauer; ich selbst erinnere mich von früher her auch solcher im großen Kar der Koralpe.

Lichtgenuß von Alnus viridis.

Weder über den Lichtgenuß dieses Zwergstrauches noch über den seiner nächsten Verwandten, *Alnus glutinosa* und *Alnus incana*, liegen zurzeit irgendwelche exakten Angaben vor. Die in der Literatur vorfindlichen Daten beziehen sich nur auf ganz allgemein gehaltene Charakterisierungen der Lichtstimmung der Alnusarten.

Gayer rechnet die Arten der Gattung Alnus im allgemeinen zu den in bezug auf Lichtbedarf mehr indifferenten Holzarten, von denen er folgende Reihe aufstellt: *Fraxinus excelsior, Castanea vesca, Ulmus, Alnus glutinosa, Pinus nigra, Alnus incana, Tilia, Pinus Strobus, Acer, Pinus Cembra.* Warming dagegen stellt sie zu den Lichtbäumen, die er in folgender absteigenden Reihenfolge gruppiert: *Larix, Betula, Alnus, Populus tremula, Pinus silvestris, Sorbus, Quercus, Ulmus, Acer Pseudo platanus.* Neger ordnet folgendermaßen an: *Pinus, Larix, Quercus, Alnus, Platanus.*

Das Maximum des Lichtgenusses von *Alnus viridis* erreicht den Wert 1, was, gleich der Legföhre, wieder besonders häufig in der Nähe ihrer oberen Verbreitungsgrenze der Fall ist. Je nach Exposition, Geländebeschaffenheit, ist wiederum die Stärke des der Krone von außen zufließenden Lichtes sehr verschieden. So maß ich in O-Lage (1750 *m*, Speikkogel) $L = \frac{1}{3}$, in NO-Lage (1800 *m* Ameringkogel) $L = \frac{1}{3 \cdot 5}$, NO-Lage (1500 *m*, Speikkogel), $L = \frac{1}{5}$, in SW-Lage (1900 *m*, Rappelkogel) $L = \frac{1}{2}$, NW-Lage (1400 *m*, Aufstieg zum Giglachsee) $L = \frac{1}{6}$ usw. Das Minimum des Lichtgenusses, bestimmt durch das schwächste, noch ertragene Innenlicht der Krone) liegt zwischen $L = \frac{1}{15}$ bis $\frac{1}{18}$ (1750 *m*, Speikkogel, 1800 *m*, Ameringkogel). Zum Vergleiche wurde auch das schon eingangs erwähnte Vorkommen von *Alnus viridis* bei Graz herangezogen. Das Grünerlengebüsch, das im Nordosten von Graz schon auf den niedrigen Höhen des Rainerkogels, Rosenberges, der Platte und des Lineck von etwa 450 *m* aufwärts auf Devonschiefer, beziehungsweise Belvedereschotter stockt und in höheren Lagen, dann auf Gneis bis zum Semmering, beziehungsweise Wechsel sich hinzieht, war schon Kerner wegen seiner niedrigen Lage aufgefallen und ist nach ihm unter den Pflanzen des subalpinen Gaues der baltischen Flora, der hier mit dem pannonischen Gaue der pontischen Flora zusammentrifft, besonders bezeichnend. *Alnus viridis* tritt hier teils als Vorholz am Rande, teils als Unterholz inmitten mehr weniger reiner Bestände von *Pinus silvestris* auf. Als maximale Intensität des Lichtgenusses von *Alnus viridis* beobachtete ich hier auf einem mit ganz junger Kiefer aufgeforstetem südostseitigen, schwach geneigten Hange des Lineck in 690 *m* Höhe den Wert $\frac{1}{1 \cdot 8}$, auf der Nordseite der Platte, auf fast ebenem, ausschließlich von Grünerlenbüschen bestandenem Terrain, in 600 *m* Höhe den Wert $\frac{1}{1 \cdot 5}$. Als Minimum des Lichtgenusses wurde, zur Zeit der hochsommerlichen vollen Belaubung, an verschiedenen Standorten bei Graz der Wert $\frac{1}{20}$ bis $\frac{1}{25}$ ermittelt. Wie bei der Legföhre,

[1] Im Gegensatze dazu gibt Vierhapper für den Lungau an, daß dort *Pinus montana* auf den Urgesteinsfelsen größtenteils vollkommen fehle.

wurde auch bei der Grünerle auf den ertragenen Grad der durch verschiedene Schirmbäume verursachten Beschattung entsprechend geachtet.

In der Umgebung von Graz wurde *Alnus viridis* bei nachfolgenden Schattenlichtstärken festgestellt: L $= \frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{5}$ (unter *Betula verrucosa*), $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{5}$ (unter *Pinus silvestris, Carpinus Betulus*); $\frac{1}{5}$ bis $\frac{1}{6}$ (unter *Pinus silvestris, Picea excelsa, Larix europäea, Castanea sativa, Fagus silvatica*); $\frac{1}{7}$ bis $\frac{1}{8}$ (unter *Quercus sessiliflora, Q. pedunculata, Fagus silvatica*); $\frac{1}{9}$ bis $\frac{1}{12}$ (unter *Fagus*); $\frac{1}{15}$ (unter *Pinus silvestris*); $\frac{1}{13}$ bis $\frac{1}{25}$ (unter *Castanea sativa* [die selbst nur 1·5 *m* hoch, strauchartig entwickelt war und daher tief schattete]); in der Hochlage im Aufstiege zum Giglachsee, 1700 *m*, bei $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{6}$ (unter *Pinus montana*). Gleich der Legföhre findet sich auch die Grünerle unter tiefer schattenden Schirmbäumen wie *Fagus, Quercus, Castanea* (bei $\frac{1}{8}$ und tieferen Werten des Schattenlichtes) nur an der Peripherie des Schattenkreises — bei $\frac{1}{25}$ nur mehr kümmerlich entwickelt — vor. Wurzelt der Stamm weiter einwärts, so krümmen sich die Zweige rasch im Bogen gegen die Peripherie zu, um dem tieferen Schattenlichte raschest zu entfliehen und sind erst an ihren Enden reicher beblättert. Wird *Alnus viridis* dagegen von Birke oder Kiefer überschirmt, so tritt sie in deren lichten Schatten ganz an den Stamm heran und zeigt dort vollkommen aufrechten Wuchs. Die Grünerle verträgt nach dem Gesagten demnach bedeutend stärkere Grade der Überschattung als die Legföhre, wenigstens in tieferen Lagen. (Von ihren Verwandten wird *Alnus glutinosa* von Graebner als in der Jugend gegen Schatten sehr empfindlich bezeichnet). Das Minimum ihres Lichtgenusses steigt, (besonders wenn man das Vorkommen bei Graz miteinbezieht), mit der Seehöhe ziemlich erheblich an (bei Graz 690 *m*: $\frac{1}{25}$, in der Hochlage, 1800 *m*: $\frac{1}{18}$). Auch über die Stärke des Schattenlichtes in den Grünerlenbeständen selbst wurden vergleichende Untersuchungen angestellt, welche folgende Werte ergaben: 1500 *m* (Speikkogel), Bestandeshöhe 2·5 *m*, Schattenlicht $= \frac{1}{21}$; 1800 *m* (Ameringkogel), Bestandeshöhe 2 *m*, Schattenlicht $\frac{1}{18}$; 1500 *m* (Speikkogel), Bestandeshöhe 2 *m*, Schattenlicht $\frac{1}{8}$; 1750 *m* (Speikkogel), Bestandeshöhe 1·5 *m*, Schattenlicht $\frac{1}{20}$; 1900 *m* (Rappelkogel), Bestandeshöhe 0·5 *m*, Schattenlicht $\frac{1}{18}$. In dem erwähnten Grünerlengebüsch auf der Nordseite der Platte bei Graz (600 *m*), das vollkommen frei exponiert und in keiner Weise überschirmt ist — Bestandeshöhe 2 bis 2·5 *m* — wurden Schattenlichtstärken von $\frac{1}{15}$, $\frac{1}{20}$, $\frac{1}{30}$, ja selbst bis auf $\frac{1}{60}$ herab zur Zeit der vollen Belaubung festgestellt. Es kann also die Stärke des Schattenlichtes der Grünerle in noch viel höherem Maße unter das Minimum ihres eigenen Lichtgenusses sinken, wie etwa bei der Legföhre. Auch darin zeigt sich eine bemerkenswerte Analogie mit letzterer, daß selbst niedrige Büsche der Grünerle oft sehr tief, ja tiefer schatten können als hochwüchsigere, was eben in der konvergenten Wuchsform beider Zwergsträucher begründet ist, die zumal an wind- und lawinengefegten Hängen, wo die Äste der Grünerle gleich denen der Legföhre weitausladend sich erst dem Boden anschmiegen und dann im Bogen wieder aufrichten, klar zutage tritt. Da das Schattenlicht der Grünerlenbestände fast durch-

wegs weit unter das Minimum des Lichtgenusses der Legföhre herabgeht, so ist es wohl verständlich, daß man zwar häufig Grünerlen von Legföhren, aber nicht umgekehrt diese von jenen überschirmt findet. Von *Alnus glutinosa* gibt Graebner an, daß sie, gleich Lärche und Birke, nur lichte Bestände bilde und bei Kissling findet sich einmal das Schattenlicht einer Erle (welche ?) mit der Stärke von $\frac{1}{25}$ angegeben.

Der Unterwuchs der Grünerlenbestände.

Über die artliche Zusammensetzung und den physiognomischen Charakter des Unterwuchses der Grünerlenwälder liegen bereits, — wie beim Legföhrenwald — schöne Untersuchungen von verschiedener Seite vor. Kerner beschreibt aus dem Oetztal jüngere Grünerlenbestände, für welche er sommergrüne Schattenpflanzen wie: *Aspidium filix mas, A. filix femina, Polypodium Phegopteris, Stellaria nemorum, Geranium silvaticum, Rumex arifolius* als besonders bezeichnend anführt, während ältere Bestände von immergrünen Ericineen, speziell *Rhododendron ferrugineum* durchdrungen sind. Vierhapper führt für Grünerlenbestände am Seckauer Zinken (Steiermark) an: *Salix arbuscula, Athyrium filix mas, Rumex arifolius, Stellaria nemorum, Ranunculus platanifolius, Geranium silvaticum, Chaerophyllum Cicutaria, Crepis paludosa* und andere Schattenpflanzen. Derselbe beschreibt auch Mischbestände von Grünerle und Legföhre aus dem Lungau und macht dabei als »Grünerlenbegleiter« besonders: *Aconitum Napellus, Doronicum austriacum, Mulgedium alpinum, Deschampsia caespitosa* namhaft. Schroeter charakterisiert den Unterwuchs schwer durchdringlicher Miniaturwälder von *Alnus viridis* aus der Schweiz folgendermaßen: *Adenostyles alpina, Mulgedium alpinum* (das kaum den Schatten derselben verläßt), *Chaerophyllum Villarsii, Aconitum Napellus, Achillea macrophylla, Lilium Martagon, Meum Mutellina* (dieses im Erlenschatten noch bei 1900 *m*, mit 80 *cm* hohen Stengeln und 0·5 *m* breiten Blättern, während es an sonnigen Standorten nur 15 *cm* hohe Stengel und 8 bis 10 *cm* breite Blätter hervorbringt), *Hedysarum obscurum, Carex feruginea, Vaccinium Vitis Idaea, Rhododendron ferrugineum, V. Myrtillus* (bis 2200 *m*, auch den Grau- und Schwarzerlenbeständen der Auen eigen), *Rosa pendulina, Sorbus chamaemespilus, Campanula barbata Potentilla aurea* (im Erlenschatten ohne den Silberrand ihrer Blättchen). Scharfetter führt für das Grünerlengebüsch der Gerlitzenalpe bei Villach als bezeichnend an: *Juniperus nana, Larix decidua, Sorbus Aucuparia, Rhododendron ferrugineum, Vaccinium Myrtillus, V. Vitis Idaea, Calluna vulgaris, Anthoxanthum odoratum, Deschampsia flexuosa, D. caespitosa, Calamagrostis villosa, Poa alpina, Luzula nemorosa, L. campestris, Potentilla aurea, P. erecta, Geum montanum, Geranium silvaticum, Oxalis Acetosella, Viola biflora, Epilobium montanum, Ajuga pyramidalis, Lamium luteum, Solidago alpestris, Homogyne alpina.* — Gremblich sagt von der Grünerle in Tirol: »Sie bildet mit Moosen und niedrigen, humuserzeugenden Pflanzen einen an organischen Stoffen überreichen Boden (Erlenbruch). In ihre weniger geschlossenen Bestände drängt sich manchmal die Legföhre mit oder ohne Gesellschaft einzelner hochstämmiger Nadelhölzer. In älteren Beständen schmiegen sich in die weichen Pölster aus *Dicranum, Barbula, Bartramia, Sphagnum, Lycopodium* eine Reihe von Pflanzen, wie *Saxifraga, Veronica*-Arten, *Rhododendron ferrugineum, Rh. intermedium, Cystopteris montana* und *C. fragilis*«. Der Unterwuchs der Grünerlengebüsche bei Graz zeigt im allgemeinen folgende Zusammensetzung: *Deschampsia flexuosa, Nardus stricta, Quercus sessiliflora* und *Q. pedunculata, Castanea sativa, Populus tremula, Pinus silvestris, Picea excelsa, Sorbus Aucuparia, Rhamnus cathartica, Galium rotundifolium, Potentilla recta, Fragaria vesca, Cytisus hirsutus, Oxalis Acetosella, Maianthemum bifolium, Melampyrum silvaticum, Polygala Chamaebuxus* (nur auf Kalkinseln im Belvedereschotter), *Calluna vulgaris, Vaccinium Vitis Idaea, V. Myrtillus, Campanula patula, Scabiosa columbaria, Gentiana ascepiadea, Senecio silvaticus, Prenanthes purpurea, Pteridium aquilinum, Aspidium filix mas, Athyrium filix femina.*

Lichtgenuß des Unterwuchses der Grünerlenbestände.

A. In der Hochlage.

Vorzugsweise an den Rändern, dem »Vorholze« der Legföhrenbestände entsprechend, wurden beobachtet: Bis zu $L = \frac{1}{4 \cdot 3}$: *Silene rupestris,* 1750 *m,* blühend; wird von Schroeter als annuelle alpine Art bezeichnet, wogegen sie Fritsch, Wagner und Heimerl als zarte Staude anführen; Kieselzeiger!

Alectorolophus lanceolatus, 1750 *m,* blühend. Ist als grüner, einjähriger Halbschmarotzer nach Heinricher sehr lichtbedürftig und steht, wie alle Halbschmarotzer, unter abweichenden Lebensbedingungen (Warming). *Sempervivum stiriacum,* 1800 *m,* blühend. *Silene inflata,* 1800 *m,* blühend, auch noch bei $\frac{1}{4 \cdot 5}$: »lichtfordernd«. *Aspidium spinulosum,* 1750 *m.* Bis $\frac{1}{5}$: *Campanula Scheuchzeri,* 1800 *m,* blühend. Bis $\frac{1}{7}$: *Solidago alpestris,* 1500 *m, Melandryum silvaticum,* 1800 *m,* beide blühend. Bis $\frac{1}{8}$: *Fragaria vesca,* 1500 *m, Hypericum quadrangulum,* 1500 *m, Galeopsis Tetrahit* (einjährige Pflanze), 1500 *m, Peucedanum Ostruthium,* 1500 *m,* sämtlich blühend. Bis $\frac{1}{9}$: *Athyrium filix femina,* 1440, 1500 *m.* Bis $\frac{1}{11}$: *Sorbus Aucuparia* (1500 *m*), *Ranunculus platanifolius,* 1500 *m, Cardamine amara,* 1500 *m,* sämtlich blühend, *Blechnum Spicant,* 1560 *m.* Bis $\frac{1}{12}$: *Rubus Idaeus,* 1880 *m, Aconitum Napellus,* 1440 *m,* beide blühend. Tiefer in den Grünerlenschatten traten ein: Bis $\frac{1}{13}$: *Homogyne alpina* (1750 *m*), *Phyteuma Zahlbruckneri,* 1750 *m, Veratrum album,* 1750 *m,* alle blühend. Bis $\frac{1}{14}$: *Rhododendron ferrugineum,* 1700 *m,* blühend, *Phegopteris polypodioides.* Bis $\frac{1}{15}$: *Doronicum austriacum,* 1800 *m, Geum montanum,* 1750 *m,* beide blühend, *Aspidium montanum,* 1440 *m.* Bis $\frac{1}{17}$: *Arnica montana,* 1750 *m, Viola biflora,* 1560 *m,* beide blühend. Bis $\frac{1}{18}$: *Campanula barbata,* 1750 *m, Luzula nemorum,* 1750 *m, Saxifraga rotundifolia,* 1700 *m, Anemone alpina,* 1880 *m, Stellaria nemorum,* 1800 *m* (ist nach Seefried typische Schattenpflanze mit streng transversal heliotropischen Blättern und Lichtsinnesorganen vom Typus III. Gibt in Nischen den (−) Geotropismus des Stengels oft auf, der dann schräg oder fast horizontal verläuft; bildet nach Neger im gedämpften Lichte nur Kriechsprosse). *Vaccinium Myrtillus,* 1880 *m, Glechoma hederacea,* 1500 *m, Chrysoplenium alternifolium,* 1500 *m, Sedum alpestre,* 1750 *m, Rumex arifolius* 1750 *m, Potentilla aurea,* 1500 *m,* sämtlich blühend. Bis $\frac{1}{21}$: *Oxalis Acetosella,* 1440 *m, Phegopteris Dryopteris,* 1560 *m, Bartramia ithyphylla,* 1500 *m,* steril, *Dicranum scoparium,* 1500 *m,* steril. Nicht in den Grünerlenschatten eintreten, sah ich von bodenständigen oder aufgestiegenen Arten: *Silene Pumilio, Pinguicula alpina, Gnaphalium dioicum, Veronica officinalis,* meist auch außerhalb derselben *Anemone alpina* und *Juniperus nana.*

B. Grünerlengebüsch bei Graz.

Bei einem Lichtgenusse vom $\frac{1}{1 \cdot 8.}$ wurden beobachtet: *Populus tremula, Quercus sessiliflora* (in gleicher Höhe mit den Kronen der Grünerle oder diese wenig überragend). Bis $\frac{1}{7}$: *Rubus Idaeus,*

R. fruticosus, Euphorbia Cyparissias, Campanula patula (zweijährige Pflanze [nach Seefried im Schatten deutlich transversal-heliotropisch, mit Lichtsinnesorganen teils vom Typus I, teils III]). Bis $\frac{1}{10}$: *Rhamnus cathartica.* Bis $\frac{1}{13}$: *Pinus silvestris, Sorbus Aucuparia.* Diese bisher genannten Arten bilden vorzugsweise das »Vorholz«, beziehungsweise den Rand der Grünerlenbüsche. Bis $\frac{1}{15}$: *Aspidium filix mas.* Bis $\frac{1}{19}$: *Pteridium aquilinum* $\left(\text{Lichtgenuß nach Wiesner } 1 - \frac{1}{60}\right)$. Bis $\frac{1}{20}$: *Athyrium filix femina, Quercus pedunculata, Picea excelsa, Galium rotundifolium, Potentilla recta, Deschampsia flexuosa, Prenanthes purpurea,* blühend $\left(\text{Lichtgenuß nach Wiesner } \frac{1}{10} \text{ bis } \frac{1}{30}, \text{ bis } \frac{1}{20} \text{ blühend}\right)$, *Scabiosa columbaria, Maianthemum bifolium* (nach Seefried typische Schattenpflanze mit fixer Lichtlage und Lichtsinnesorganen vom Typus I), *Fragaria vesca, Oxalis Acetosella, Melampyrum silvaticum* (nach Wagner und Heimerl einjähriger, grüner Halbschmarotzer), *Gentiana asclepiadea, Senecio silvaticus.* Bis $\frac{1}{25}$: *Vaccinium Vitis Idaea.* Bis $\frac{1}{60}$: *Vaccinium Myrtillus, Castanea sativa, Cytisus hirsutus, Calluna vulgaris.* Nicht eintreten sah ich bei Graz *Chamaenerium angustifolium.*

Während der Unterwuchs der Legföhre als der eines immergrünen Bestandes während der ganzen Vegetationsperiode sich unter mehr weniger gleichbleibenden Beleuchtungsverhältnissen befindet (eine merkliche, vorübergehende Herabsetzung dürfte sich vielleicht zur Blütezeit (Mai-Juni) durch die dicht gedrängten Staubblütenkätzchen ergeben), unterliegt jener der sommergrünen Grünerlenbestände im Laufe seiner jährlichen Entwicklung naturgemäß stärkeren Schwankungen derselben. Wie bedeutend dieselben sein können, davon überzeugte mich eine Messung des Schattenlichtes in den noch unbelaubten Grünerlenbeständen auf der Platte bei Graz Mitte April 1919. (Die Grünerle belaubt sich bei Graz — gleichzeitig mit der Buche in der letzten Aprilwoche.) Das Schattenlicht derselben Bestände, das im Hochsommer 1918 eine Herabminderung bis auf $\frac{1}{60}$ aufwies, erreichte jetzt den Wert $\frac{1}{2}$ und erhob sich an den freien Rändern sogar bis auf $\frac{1}{1 \cdot 5}$. An den Grünerlen begannen sich eben die männlichen Blütenkätzchen zu öffnen. Die Entwicklung des Unterwuchses war noch sehr wenig fortgeschritten. Am Boden war fast nur das immergrüne Laub von *Calluna vulgaris* sowie (einer nicht laubwerfenden Art) von *Rubus fruticosus* zu bemerken, nebst *Vaccinium Myrtillus* als einzige blühende Pflanze. Ganz an den Rändern vereinzelter, gegen die angrenzende freie Wiese vorgeschobener Grünerlenbüsche blühte auch *Tussilago Farfara* bei $L = \frac{1}{1 \cdot 5}$. Am 4. Mai war die Intensität des Schattenlichtes schon auf $\frac{1}{4 \cdot 5}$ gesunken. *Cytisus hirsutus* und *Oxalis Acetosella* begannen eben zu blühen. Am 23. Mai — die Staubblüten waren größtenteils schon abgefallen, die Stempelblüten in voller Entwicklung — war das Schattenlicht schon auf $\frac{1}{20}$ gesunken, blieb aber in dieser Stärke bis 6. Juni unverändert. *Vaccinium Myrtillus* paßt sich also hier einem Wechsel der Beleuchtung an, die von dem Anfangswerte $\frac{1}{2}$ auf einen 30mal geringeren Endwert herabsinkt! Ob ein derartiger extremer Wechsel der Beleuchtungsverhältnisse auch für den Unterwuchs der Grünerlenbestände in der Hochlage in Rechnung zu setzen ist, entzieht sich derzeit meiner Beurteilung, doch dürfte nach meinem Dafürhalten dort — wo das Gelände erst gegen Ende Juni oder noch später

schneefrei wird — der Beginn der Vegetationsperiode des Unterwuchses zeitlich mit dem der Belaubung der Grünerle zusammenfallen und dieser sohin gleich von Anfang an — unter Wegfall einer helleren Frühjahrsperiode — ziemlich abgeschwächtes Licht, dessen Stärke späterhin nur mehr geringeren Schwankungen unterliegt, erhalten.

Der Schichtenbau der Grünerlenbestände.

Analog dem Unterwuchse der Legföhre weist auch jener der Grünerle eine stockwerkartige Gliederung, meist in drei Schichten, deren Aufeinanderfolge und artliche Zusammensetzung wieder in erster Linie durch die Abschwächung des Lichtes von oben nach unten bedingt ist, auf. Ich lasse hierüber drei meiner Bestandesaufnahmen aus der Hochlage folgen.

I. Grünerlenbestand am Großen Speikkogel, 1500 *m*, NW-Lage, Bestandshöhe 2·5 *m*, Substrat Urgestein.

Oberschicht: *Alnus viridis, Larix europaea* bei $L = \frac{1}{5}$. Mittelschicht: *Rhododendron ferrugineum, Veratrum album, Aconitum Napellus, Athyrium filix femina* $\left(\frac{1}{9}\right)$, *Rumex arifolius, Phegopteris Dryopteris, Ph. polypodioides* $\left(\frac{1}{14}\right)$. Unterschicht: *Campanula barbata, Saxifraga rotundifolia, Oxalis Acetosella, Potentilla aurea* $\left(\frac{1}{18}\right)$, *Bartramia ithyptylla, Dicranum scoparium,* beide steril $\left(\frac{1}{21}\right)$. Letzteres Moos »in einer Form mit dunkelgrünen, glanzlosen Rasen und kurzen, breiten Blättern, mit ebensolchem Zellnetz« (Baumgartner). Der Bestand dürfte als ein älterer im Sinne Kerners aufzufassen sein.

II. Grünerlenbestand am Großen Speikkogel, 1750 *m*, O-Lage, Bestandeshöhe 1·5 *m*, Urgestein.

Oberschicht: *Alnus viridis* $\left(L = \frac{1}{3 \cdot 5}\right)$. Mittelschicht: *Rhododendron ferrugineum, Veratrum album* $\left(\frac{1}{13}\right)$; *Rumex arifolius, Geum montanum, Arnica montana, Doronicum austriacum* $\left(\frac{1}{15}\right)$. Unterschicht: *Homogyne alpina, Potentilla aurea, Sedum alpestre, Luzula nemorosa* $\left(\frac{1}{18}\right)$. Älterer Bestand.

III. Grünerlenbestand am Ameringkogel, 1880 *m*, SW-Lage, Bestandeshöhe 0·5 *m*, Urgestein.

Oberschicht: *Alnus viridis* $\left(\frac{1}{2}\right)$. Mittelschicht: *Rubus Idaeus, Veratrum album* $\left(\frac{1}{12}\right)$. Unterschicht: *Vaccinium Myrtillus, Anemone alpina* $\left(\frac{1}{18}\right)$, *Dicranum scoparium,* steril $\left(\frac{1}{20}\right)$.

Auch in den Grünerlenbeständen macht sich, wie in jenen der Legföhre, mit der Annäherung an die obere Verbreitungsgrenze eine Vereinfachung des Schichtenbaues und eine Herabminderung der Artenzahl in denselben, bemerkbar (1500 *m*: 15 Arten, 1750 *m*: 11 Arten, 1880 *m*: 6 Arten).

Eine auffälligere Zunahme des Lichtgenußminimums des Unterwuchses mit der Seehöhe wurde nur an folgenden Arten (ihre Standorte im Grünerlengebüsch bei Graz miteinbezogen) konstatiert: *Vaccinium Myrtillus* $L\,min = \frac{1}{60}$ (Graz, 560 bis 600 *m*), $L\,min = \frac{1}{18}$ (1880 *m*); *Sorbus Aucuparia* $L = \frac{1}{13}$ (Graz), $\frac{1}{9}$ (1500 *m*), *Athyrium filix femina* $L = \frac{1}{20}$ (Graz), $\frac{1}{8}$ (1500 *m*).

Ansteigen von Schattenpflanzen in den Grünerlenbeständen.

Es wurden beobachtet: Bis 1500 *m*: *Galeopsis Tetrahit* (nach Beck vereinzelt bis 1435 *m* im Krummholz). *Chrysosplenium alternifolium* (von mir in Höhlen bis 1560 *m* beobachtet). *Glechoma hederacea* (in Höhlen bis 1560 *m*); bis 1800 *m*: *Stellaria nemorum* (nach Beck und Vierhapper bis 1750 *m*, nach Pehr bis 1900 *m*); *Doronicum austriacum* (Beck 1670 *m*, Pehr 1800 *m*); bis 1880 *m*: *Veratrum album, Rubus Idaeus* (nach Beck bis 1600 *m*, Vierhapper 1750 *m*). Wenn Strobl für den Kamm des Hochschwung in Steiermark *Maianthemum bifolium* bis 2000 *m* angibt, so dürfte sich dieses Vorkommen wohl auch auf das Grünerlengebüsch dortselbst beziehen.

Auch das Grünerlengebüsch erweist sich demnach, gleich dem Legföhrenwald, als ein Asyl für sommergrüne Schattenpflanzen, die in ihm sich nicht selten über ihre sonstige obere Verbreitungsgrenze erheben. Ebenso wie der Legföhrenwald, ja in noch höherem Grade, entbehrt auch das Grünerlengebüsch einer spezifischen, nur ihm eigenen Begleitvegetation, eine Tatsache, die sehr zugunsten der Auffassung spricht, welche auch im Grünerlengebüsch im allgemeinen nur den Restbestand, das Unterholz ehemaligen Nadel(Fichten)waldes erblickt. Ich neige dieser und anderen von Kerner und Schroeter vertretenen Ansicht auf Grund eigener Beobachtungen im Stubalpengebiete zu. Dort liegt, am Rappelkogel die obere Grünerlengrenze bei 1900 *m*, die untere (mit der oberen Grenze des geschlossenen Fichtenwaldes zusammenfallend) bei 1800 *m*. Durch diesen ganzen, 100 *m* breiten Gürtel hindurch aber trifft man vereinzelte Wetterfichten, deren oberste Baumleichen bei 1880 *m* stehen. Damit soll die auch von Kerner betonte Möglichkeit, daß nicht alle Grünerlenbestände durch Ausschlagen ehemaligen Nadelwaldes entstanden sein müssen, sondern auch spontan über Murbrüchen und Schutthalden sich gebildet haben können, nicht geleugnet werden. Auch in der Begleitvegetation der Grünerle überwiegt, für die im engeren Sinne in ihrem Schatten angesiedelten Arten die Einwanderung von unten weitaus jene von oben. Aus einer von Vierhapper aufgestellten Bestandesliste aus dem Lungau ergeben sich 95 Prozent subalpine, richtiger gesagt nicht-alpine und nur 5 Prozent alpine Arten. Eigene Beobachtungen ergaben in den Grünerlenbeständen, für die Höhenlage zwischen 1500 bis 1600 *m* 94 Prozent subalpine und 6 Prozent alpine Arten, für 1800 bis 1900 *m* 82 Prozent subalpine und 18 Prozent alpine Arten, im Mittel demnach für den ganzen Gürtel 88 Prozent subalpine und 12 Prozent alpine Arten. Besonders charakteristisch ist dabei — gegenüber dem Legföhrenwald — das ausgesprochene Zurückgreifen auf Pflanzen viel tieferer Lagen (als die subalpine und Bergregion) in den Grünerlenbeständen, was offenbar mit dem ausgesprochen hygrophilen Charakter dieser Formation zusammenhängt. Als Beispiele solcher Pflanzen seien aus einer Bestandesaufnahme von Vierhapper genannt: *Urtica dioica, Cardamine amara, Parnassia palustris, Geum rivale, Oxalis Acetosella, Hypericum maculatum, Chaerophyllum Cicutaria, Solidago Virgaurea, Tussilago Farfara, Petasites albus, Senecio nemorensis, Cirsium palustre, Crepis paludosa, Hieracium vulgatum, Brunella vulgaris, Melandryum silvestre, Geranium silvaticum, Rubus Idaeus,* die zusammen reichlich $^1/_3$ der ganzen Bestandsarten und mehr als 50 Prozent der nicht alpinen Arten desselben ausmachen.

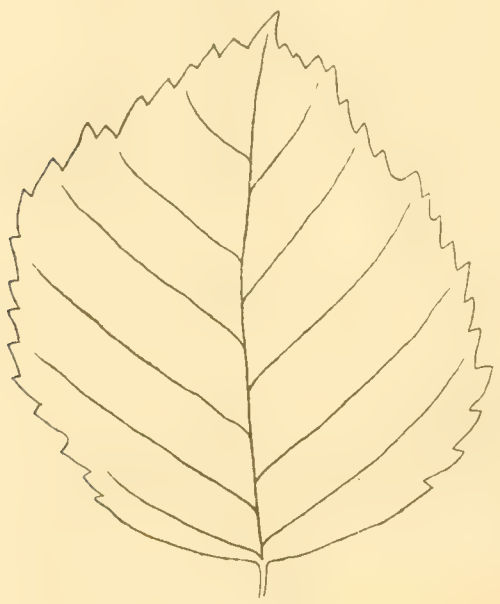
Im Hinblick darauf gewinnt die Begleitvegetation des Legföhrenwaldes, deren Herkunft sich im wesentlichen auf drei Regionen beschränkt, ein relativ homogenes Gepräge gegenüber der heterogenen, der alpinen, subalpinen, Berg-, Hügellands- und Ebenenregion entstammenden Begleitvegetation des Grünerlengebüsches. Xerophyten und thermophile Elemente fehlen dem Unterwuchse der Grünerle in der Hochlage wohl gänzlich. In den Grünerlenbeständen bei Graz treten von pontischen Arten nur: *Castanea sativa, Quercus pedunculata, Polygala Chamaebuxus* (diese bezeichnenderweise auf Kalkunterlagen) auf. Einer Auffassung auch des Grünerlengebüsches — analog des Legföhrenwaldes — als integrierenden Bestandteiles der Waldregion steht nach all dem Gesagten wohl nichts im Wege und gerade hier könnte unter anderem der von Scharfetter verwertete Hinweis auf den Ersatz der alpinen Art durch die subalpine mit ungleich größerer Berechtigung und unleugbarem Erfolge Berücksichtigung finden. So wird im Grünerlengebüsche zum Beispiel die alpine *Silene Pumilio* durch *Silene rupestris* oder *Silene inflata* vertreten; analog *Geum reptans* durch *Geum montanum* oder

G. rivale; Potentilla Clusiana durch *Potentilla aurea; Saxifraga oppositifolia* durch *Saxifraga rotundifolia; Doronicum glaciale* durch *Doronicum austriacum; Cardamine resedifolia* und *C. alpina* durch *Cardamine amara; Viola lutea* und *V. alpina* durch *Viola biflora; Crepis aurea* durch *Crepis paludosa; Phyteuma confusum* durch *Phyteuma spicatum,* am Rinsennock bis 2000 *m* usw.

Photometrischer Charakter und anatomischer Bau des Grünerlenblattes.

Im Gegensatze zu den aphotometrischen Nadeln der Kiefernarten besitzen die Erlenarten *(Alnus glutinosa, A. incana, A. viridis)* photometrische Blätter, die, wie bei den meisten Laubbäumen, wenn sie bei höheren Intensitäten der Beleuchtung — an freieren Standorten — gewachsen sind oder aus der Peripherie der Krone stammen, dem panphotometrischen Typus, wenn dagegen geringeren Beleuchtungsgraden, zum Beispiel im Innern der Krone ausgesetzt, dem euphotometrischen Typus angehören. Panphotometrisches Laub der Grünerle, zumeist schon durch seine konkave Hohlform (mit beiderseits der Mittelrippe sich aufwölbenden Rändern), sowie die mehr weniger

Fig. 3.

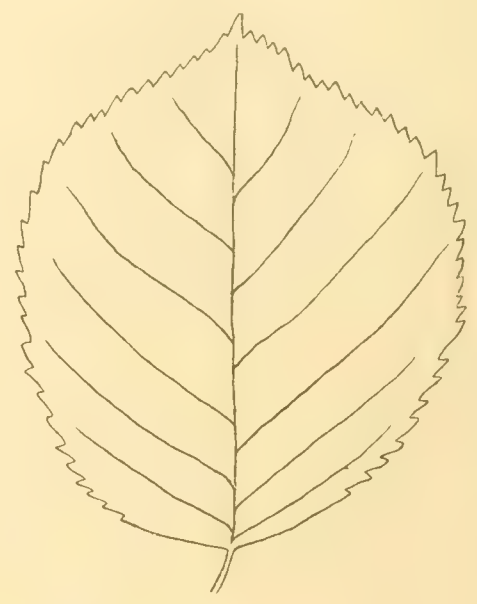


Lichtblatt von *Alnus viridis.*

$\left(\text{Lichtgenuß} = \frac{1}{1 \cdot 8}\right)$

Natürliche Größe.

Fig. 4.



Schattenblatt von *Alnus viridis.*

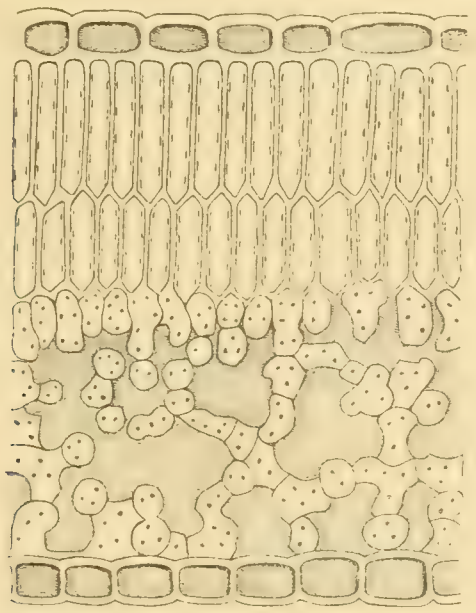
$\left(\text{Lichtgenuß} = \frac{1}{14}\right)$

Natürliche Größe.

aufgerichtete Stellung kenntlich, habe ich bei Graz bei Beleuchtungsstärken zwischen $\frac{1}{1 \cdot 8}$ bis $\frac{1}{6}$, in der Hochlage zwischen $\frac{1}{2}$ bis $\frac{1}{5}$ (1700—1880 *m*) beobachtet. Diese »Lichtblätter« sind in der Jugend glänzend (infolge eines harzigen Sekretes der Blattknospen, das bei der Entfaltung allmählich verschwindet), erst hellgrün, später dunkler und fühlen sich derblederig an. Ihre Hauptadern springen unterseits stark hervor; das dazwischen liegende Grundgewebe ist glatt ausgespannt. Oberseits sind die Hauptadern tief eingesenkt, das zwischen ihnen liegende Grundgewebe vorgewölbt. Der Blattrand ist grob gezähnt. (Fig. 3.) — Euphotometrisches Laub, mit vollkommen ebener, glatter Oberfläche, bei Oberlichtzufuhr in strenger Horizontalstellung beobachtete ich bei Beleuchtungsintensitäten zwischen $\frac{1}{6 \cdot 5}$ bis $\frac{1}{18}$. Zwischen $\frac{1}{12}$ bis $\frac{1}{18}$ tritt in der Regel noch die Tendenz zu ausgeprägter Mosaikbildung des Laubes dazu. Sehr schön beobachtete ich dies unter anderem an einer von *Pinus silvestris* überschirmten Grünerle bei Graz, deren obere, bei $\frac{1}{5}$ erwachsene Blätter schraubig an den Zweigen

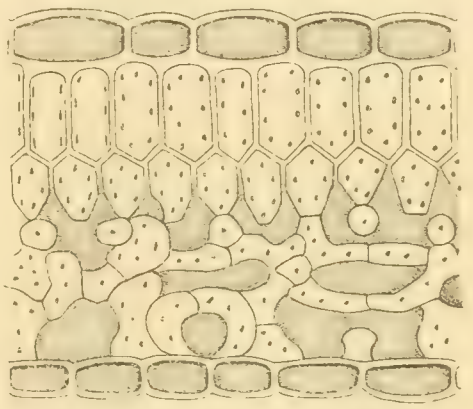
angeordnet und mehr weniger schräg gestellt waren, während die zu tiefst stehenden, bei $\frac{1}{12}$ bis $\frac{1}{15}$, durch Internodiendrehung deutlich zweizeilig, in einer Horizontalebene angeordnet waren und sich mosaikartig ineinander fügten. Eine solche Einstellung der Äste und des gesamten Laubes in eine Horizontalebene deutet nach Wiesner immer auf die baldige Erreichung der unteren Grenze des eigenen Lichtbedarfes, wo kein einziges Blatt mehr erzeugt wird, das im Schatten des eigenen Laubes bestehen könnte. Der kritische Punkt, bei dem die Umwandlung der panphotometrischen in euphotometrische Blätter stattfindet, dürfte im Mittel bei einer Beleuchtungsstärke von $\frac{1}{6}$ gelegen sein. Die Schattenblätter zeigen eine matte, ebene Oberfläche und erreichen oft kaum die Hälfte der Dicke der Lichtblätter. Dagegen sind die Größenunterschiede beider kaum merkliche. (Länge und Breite ist bei beiden ungefähr die gleiche, nur gegen die Basis zu verbreitern sich die Lichtblätter gegenüber den Schattenblättern etwas.) Die Hauptadern springen unterseits kaum vor, das zwischen ihnen liegende Grundgewebe ist glatt ausgespannt. Oberseits sind die Adern nur wenig eingesenkt, das dazwischenliegende Mesophyll ist wieder völlig glatt. Der Blattrand ist fein gezähnt. (Fig. 4.)

Fig. 5.



Lichtblatt von *Alnus viridis*.
$\left(\text{Lichtgenuß} = \frac{1}{1 \cdot 8}\right)$
(Querschnitt.) Vergr. 335.

Fig. 6.



Schattenblatt von *Alnus viridis*.
$\left(\text{Lichtgenuß} = \frac{1}{14}\right)$
(Querschnitt.) Vergr. 335.

Anatomischer Bau der Licht- und Schattenblätter der Grünerle.

Bei dem ziemlichen Weitauseinanderliegen des Maximums und Minimums des Lichtgenusses von *Alnus viridis* $\left(L = 1 - \frac{1}{25}\right)$ war eine weitgehende anatomische Differenzierung der Licht- und Schattenblätter nicht unwahrscheinlich und wurde auch durch die Untersuchung bestätigt. Beide sind typisch dorsiventral gebaut. [Die Blattstruktur wird für alle Betuleen (*Alnus, Betula*), von Solereder (nach Boubier) als typisch »bifazial« angegeben]. Die Dicke der Lichtblätter zu jener der Schattenblätter verhält sich wie 1·5 : 1, selbst 2 : 1. Im Lichtblatte (Fig. 5) sind sowohl die Außen- als die Seitenwände der Epidermiszellen stark verdickt, die Innenwände, wie schon für *Alnus viridis* im allgemeinen Boubier angibt, verschleimt. Auf die Epidermis folgt ein zwei- bis dreireihiges Palissadenparenchym, dessen beide ersten Reihen aus langen, schmalen, lückenlos aneinandergereihten Elementen bestehen, wogegen die kürzeren Zellen der dritten Reihe lockerer gestellt sind und, nach unten sich oft trichterförmig verjüngend, dann den Charakter von Sammel- oder Anschlußzellen (an das folgende Schwamm-

parenchym) tragen. Letzeres ist wohlausgebildet, sehr interzellularenreich und wird nach unten von einer Epidermis abgeschlossen, deren Zellen im Vergleiche zur Oberhaut schwächer verdickte Außen- und Seitenwände aufweisen. Das Palissadengewebe (inklusive der Sammelzellen) nimmt mehr als die Hälfte der Blattdicke ein. Auf der Unterseite (seltener auch oberseits) der Lichtblätter sind — schon mit freiem Auge — zahlreiche schwarze Punkte erkennbar, welche sich unter dem Mikroskope als Schuppenhaare, die in ihrem zentralen, beziehungsweise basalen Teile braun gefärbt, an den Rändern dagegen fast farblos sind, erweisen. Sie liegen besonders in der Nähe und über den Enden der feineren, das Blatt durchziehenden Adern und sind im Lichtblatte nicht nur weit zahlreicher entwickelt, sondern auch größer und dunkler gefärbt als am Schattenblatte, wo sie gleichfalls fast nur unterseits auftreten. In ihrem Bau gleichen sie völlig den in Solereder beschriebenen und abgebildeten Drüsenschuppen (Schilddrüsen) von *Betula alba*. (Systematische Anatomie der Dicotyledonen, Stuttgart 1899, p. 891, Fig. 187, *B—D*.) Außer Schuppenhaaren kommen bei *Alnus viridis* noch einfache mehrzellige, einreihige Haare vor, die ich aber nur an der Unterseite der Schattenblätter, gleichfalls über den Gefäßbündeln, beobachtet habe. Im Schattenblatte (Fig. 6) sind die Außenwände der oberseitigen Epidermis stärker vorgewölbt, aber (wie auch die Seitenwände) weniger verdickt, die Innenwände weniger verschleimt, wie im Lichtblatte. Das Palissadenparenchym ist nur zweireihig. Die dicht geschlossenen Zellen der ersten Reihe sind bedeutend kürzer, aber breiter als im Lichtblatte, die der zweiten Reihe locker gestellt und wiederum als Sammelzellen ausgebildet. Das Schwammparenchym zeigt oft eine ausgesprochene Tendenz zur Streckung seiner Elemente in horizontaler Richtung. Palissaden- und Schwammparenchym sind annähernd gleich stark entwickelt. Die Zellen der unteren Epidermis stimmen mit denen der oberseitigen, von einer etwas geringeren Breite abgesehen, völlig überein. Doch sind die Tangentialwände der oberseitigen Epidermis im Lichtblatte weniger stark gewellt als im Schattenblatte. Eine Verschiedenheit im Baue oder in der Verteilung der Spaltöffnungen am Licht-, beziehungsweise Schattenblatte konnte nicht festgestellt werden. Alles in allem reagiert also das Laub der Grünerle auf Beleuchtungsunterschiede in seinem anatomischen Baue in demselben Sinne und fast in demselben Grade, wie die meisten unserer Laubhölzer, speziell die Rotbuche (die von Stahl als eines der besten Beispiele der Anpassungsfähigkeit des Assimilationssystems an die Beleuchtung bezeichnet wird), das heißt mit einer Vermehrung und Verlängerung des Palissadengewebes (und damit der Blattdicke) des Lichtblattes als Ausdruck seiner gesteigerten Assimilationsenergie. Im Verhältnis zu den im gegebenen Falle nicht gar so erheblichen Beleuchtungsunterschieden (Lichtblatt bei $L = \frac{1}{1 \cdot 8}$, Schattenblatt bei $L = \frac{1}{14}$) sind die Unterschiede im anatomischen Baue sogar recht bedeutend zu nennen. Die stärkere Verschleimung der Epidermisinnenwände im Lichtblatte kann als Schutz gegen Trockenheit aufgefaßt werden. Ihr Zurücktreten im Schattenblatt ermöglicht, im Vereine mit den bikonvexen Epidermiszellen desselben, eine bessere Lichtperzeption. Analoges berichtet Gaulhofer von den Licht- und Schattenblättern von *Betula pubescens*. (Erwähnt sei noch, daß, nach Schramm, der *Alnus glutinosa* untersucht hat, die erwachsenen »Sonnenblätter« dieser Pflanze ein ununterbrochenes Hypoderm, die »Schattenblätter« dagegen ein unterbrochenes Hypoderm besitzen, sonst aber sich wenig voneinander unterscheiden).

Ob auch bei der Grünerle eine Beziehung zwischen Lichtgenuß und Wurzelverpilzung besteht, vermag ich zurzeit nicht zu entscheiden. Wohl wird für *Alnus glutinosa* und *A. incana* der Besitz einer endotrophen Mykorrhiza angegeben, von *Alnus viridis* aber verlautbart hierüber in der Literatur nichts.

Noch wäre zu erwähnen, daß — gleichwie dem Legföhrenwald — Vierhapper auch die Grünerlenformation in der Stufe der Baumgrenze sowohl über mäßig feuchtem wie trockenem Boden selbst schon als eine Art Abschlußformation für lange Zeiträume auffaßt. Bei Änderung der edaphischen Verhältnisse können beide ineinander übergehen, und zwar der Legföhrenwald in den Grünerlenbestand durch Zufuhr mineralischer Stoffe, letzterer in ersteren durch Verarmung des Bodens (Rohhumusbildung). Zwischenglieder dieser Umwandlung sind gemischte Bestände beider.

Vergleichende Betrachtung der Begleitvegetation der Legföhren- und Grünerlenbestände.

Der Gesamteindruck, den man von dem Bestandesbilde des Legföhrenwaldes einerseits, des Grünerlengebüsches andrerseits erhält, ist — worin alle Beobachter übereinstimmen — ein so total verschiedener, daß sich unwillkürlich die Frage aufdrängt, auf Rechnung welcher ökologischer Faktoren er in erster Linie zu setzen ist. Zweck dieser Untersuchungen war es nun unter anderem auch, festzustellen, ob und bis zu welchem Grade hierfür Beleuchtungsunterschiede verantwortlich zu machen sind. Es hat sich aber ergeben, daß die Unterschiede des Schattenlichtes in beiden Beständen in der Hochlage wohl zu geringfügige sind, um daraus allein etwa eine tiefgreifende Verschiedenheit der artlichen Zusammensetzung des Unterwuchses ableiten zu können. Daß ganz allgemein, wie Kerner hervorhebt, immergrüne Nadelwälder vorzugsweise von immergrünen, sommergrüne Laubwälder von sommergrünen unteren Schichten durchdrungen werden, gilt auch für den Legföhrenwald, beziehungsweise das Grünerlengebüsch. Es prägt sich dies vorzugszweise in dem weitaus größeren Reichtum der Legföhrenbestände an immergrünen Arten gegenüber den Grünerlenbeständen aus. Ich verweise im Unterwuchs des Legföhrenwaldes auf: *Rhododendron hirsutum, Rh. ferrugineum, Rhodothamnus Chamaecystus; Vaccinium Vitis Idaea, Helleborus niger, Erica carnea, Calluna vulgaris, Iuniperus communis, J. nana. Homogyne alpina, Pirola rotundifolia, P. uniflora, Empetrum nigrum, Chamaebuxus alpestris, Arctostaphylos uva ursi, Aspidium lobatum, A. montanum, A. Lonchitis, Blechnum Spicant,* gegenüber den wenigen Immergrünen der Grünerlenbestände: *Iuniperus nana, Rhododendron ferrugineum, Vaccinium Vitis Idaea, Homogyne alpina, Sempervivum stiriacum, Sedum alpestre, Aspidium montanum, Blechnum Spicant.* Im Grünerlengebüsch bei Graz sind *Vaccinium Vitis Idaea, Calluna vulgaris* und ein wintergrüner *Rubus fruticosus* die einzigen immergrünen Arten. Unter 110 für verschiedene Legföhrenbestände angegebenen Arten notierte ich reichlich 30 immergrüne Arten, unter 50 aus Grünerlenbeständen angegebenen dagegen nur 10. Im Legföhrenwald ist das Verhältnis der immergrünen zu den sommergrünen Arten des Unterwuchses (als Mittel des ganzen Bestandesgürtels) etwa 1:3, im Grünerlengebüsch 1:4. Mit zunehmender Höhe — gegen die obere Verbreitungsgrenze — ändert sich dieses Verhältnis nicht unbeträchtlich zugunsten der immergrünen, nach unten zugunsten der sommergrünen Arten. Die Zurückführung des Vorwaltens der immergrünen Arten in Nadelwäldern, der sommergrünen im Laubwalde auf die verschiedenen Beleuchtungsverhältnisse, beziehungsweise auf die Verschiedenheit des Wechsels derselben in beiden, wie sie für den hochstämmigen Wald tieferer Regionen mit Erfolg versucht werden kann, ist freilich für unsere beiden Zwergstrauchbestände nicht ohneweiters anwendbar.

Unsere immergrünen Nadelwälder breiten einen relativ hellen, aber dauernden Lichtschirm über den Boden, dessen sich gleichbleibender Lichtstärke der immergrüne Typus des Unterwuchses insoferne besser angepaßt erscheint, als solches Laub gleich im ersten Frühjahr mit der Assimilationsarbeit einzusetzen vermag, während für den Unterwuchs der sommergrünen Laubwälder, in denen die Stärke des Schattenlichtes großen Schwankungen unterliegt (ein Maximum je zur Zeit der beginnenden Belaubung und des Laubfalles, ein Minimum im Hochsommer), das sommergrüne Laub sich als der geeignetste, speziell an die helle Frühjahrsperiode angepaßte Typus erreicht. Wie nun schon angedeutet wurde, kommt aber der Unterwuchs des Grünerlengebüsches wohl kaum dazu, dieses hellere Schattenlicht auch wirksam auszunutzen. Auch ist zu bedenken, daß in beiden Strauchgürteln, die schon zum großen Teil innerhalb der alpinen Region gelegen sind, die Pflanzen des Unterwuchses schon mit Rücksicht auf die kurze Vegetationsperiode keine Zeit mit dem jährlichen Neuaufbau von Achsen und Blättern zu verlieren haben, weswegen denn auch in beiden Gürteln der immergrüne Assimilationstypus, unbeschadet seines Dominierens im Legföhrenwald — relativ stärker betont erscheint. Wenn wir früher von einer totalen Verschiedenheit der artlichen Zusammensetzung des Unterwuchses der Legföhre und Grünerle gesprochen haben, so ist zunächst zu bemerken, daß diese Verschiedenheit ihre wohl-

abgestuften Grade hat und am schärfsten sich bei Gegenüberstellung der Bestandesbilder einerseits der Legföhre auf Kalk, andrerseits der Grünerle auf Urgestein äußert. Damit ist auch ihre vorwiegende Bedingtheit durch edaphische Verhältnisse aufs deutlichste gekennzeichnet. *Pinus montana* ist zwar im allgemeinen durchaus nicht bodenstet, bevorzugt aber in den Ostalpen wenigstens — ausgesprochen $CaCO_3$ — reiche Gesteine (Kalk, Dolomit), bildet aber auch auf Urgestein daselbst, wenn auch niemals so ausgedehnte Bestände. *Alnus viridis* wiederum bevorzugt im Gebiete deutlich die Urgesteinsböden und tritt in den Kalkalpen selten, meist nur auf $CaCO_3$-armen Schiefern (Werfnerschiefer) auf. Relativ, der Legföhre gegenüber ist die Grünerle entschieden bodensteter und damit auf ein kleineres Verbreitungsareal eingeschränkt, was für die folgenden Betrachtungen wichtig ist. Es erscheint daher ganz natürlich, wenn wir im Gefolge der Legföhre auf Kalk typische Kalkpflanzen, im Gefolge der Legföhre auf Urgestein, wie in den Grünerlenbeständen (auf demselben Substrat), aber ebensolche Kieselpflanzen finden. Solche der Fazies der Krummholzformation auf Kalk ausschließlich eigene Begleiter (Kalkpflanzen) sind zum Beispiel: *Helleborus niger, Biscutella laevigata, Erica carnea, Rhododendron hirsutum, Rhodothamnus Chamaecystus, Cyclamen europaeum, Globularia cordifolia, Daphne striata, Chamaebuxus alpestris, Rubus saxatilis, Asperula odorata, Buphthalmum salicifolium, Sesleria varia, Carex ferruginea, Phegopteris Robertiana, Asplenium fissum, Scolopendrium vulgare* u. a. Vierhapper betont ausdrücklich, daß zum Beispiel in der Begleitvegetation der Legföhre auf Urgestein im Lungau, in trockenen wie in feuchten Lagen, jede kalkholde Pflanze vollständig fehlt. Umgekehrt gibt es natürlich wieder Urgesteins-, richtiger kalkmeidende Pflanzen, die den Legföhrenbeständen auf Kalk durchaus fehlen, wie *Deschampsia flexuosa* und *caespitosa, Nardus stricta, Phegopteris polypodioides* und *Ph. Dryopteris* (wie denn überhaupt gewisse Farne viel exaktere Bodenzeiger, beziehungsweise in viel höherem Grade bodenstet sind, als gewisse Blütenpflanzen). Daß übrigens auch sonst kalkfeindliche Gewächse in Legföhrenwäldern gedeihen können, wenn sie durch eine mächtig genug entwickelte Torfschichte vom Substrate getrennt sind, ist ja bekannt. Der hervorragende Einfluß der edaphischen Faktoren auf die Art der Begleitvegetation zeigt sich ja auch darin aufs deutlichste, daß man nach derselben wieder eine Fazies der Legföhrenformation auf trockenem und feuchtem Kalk, wie auf trockenem und feuchtem Urgestein auseinanderhalten kann, die sich in ihrer artlichen Zusammensetzung recht wesentlich voneinander unterscheiden. Die Fazies der Legföhrenformation auf feuchtem Urgestein und jener der Grünerle auf Urgestein nähern sich einander sehr stark (nach Bestandesaufnahmen Vierhapper's ergeben sich für die Formation der Legföhre auf Kalk und jene der Grünerle auf Urgestein 11, für die der Legföhre auf Urgestein und der Grünerle am gleichen Substrat aber 19 gemeinsame Arten). Mit der Gleichsetzung der edaphischen Faktoren werden also die Unterschiede in der Begleitvegetation beider Bestände immer geringer. Daß sowohl dem Legföhrenwald wie dem Grünerlengebüsch eine große Zahl bodenvager Arten gemeinsam sind, braucht nicht besonders betont zu werden. Faßt man die Gesamtverbreitung beider Zwergstrauchgürtel ohne Rücksicht auf das Substrat ins Auge, so ergibt sich, daß es wohl Begleitpflanzen der Legföhre gibt, die der Grünerle durchaus fehlen, aber nicht Grünerlenbegleiter, die nicht wenigstens in der Urgesteinfazies der Legföhre wiederkehrten. Damit ist auch der Legföhrenwald gegenüber dem Grünerlengebüsch als die artenreichere Formation gekennzeichnet, wozu unter anderem auch die durchschnittlich größere Breite des Legföhrengürtels (600 bis 700 *m*, nach Schroeter selbst 800 *m*) gegenüber jener der Grünerlenzone (mit rund 500 *m* Breite) sowie der Umstand beiträgt, daß die größere Mannigfaltigkeit der Kalkstandorte gegenüber den Urgesteinsstandorten speziell in den ostalpinen Ausläufern an und für sich einen größeren Artenreichtum verbürgt.

Zusammenfassung der wichtigeren Ergebnisse.

Pinus montana ist wie alle Pinusarten sehr lichtbedürftig. Mit einem Lichtgenusse von $L = 1 - \frac{1}{8}$ übertrifft sie *Pinus Laricio* und *P. nigra* $\left(L = 1 - \frac{1}{11}\right)$, rangiert nach *Larix decidua* $\left(L = 1 - \frac{1}{5}\right)$ und kommt am nächsten *Betula verrucosa* $\left(L = 1 - \frac{1}{9}\right)$, so wie bei der amerikanischen *Pinus Murrayana* $\left(L = 1 - \frac{1}{6}\left[\frac{1}{10}\right]\right)$ und *P. flexilis* $\left(L = 1 - \frac{1}{9}\left[\frac{1}{11}\right]\right)$. Schattet relativ noch sehr tief $\left(\text{bis auf } \frac{1}{30}\right)$ gegenüber *Pinus nigra* mit $\frac{1}{11}$. Minimum des Lichtgenusses, wie Minimum des Schattenlichtes steigen gegen die obere Verbreitungsgrenze zu an. Der Schichtenbau des Legföhrenwaldes ist, wie der der Wälder überhaupt, in erster Linie durch die Beleuchtungsverhältnisse bedingt, unseren Wäldern gegenüber vereinfacht, die Artenzahl des Bestandes gegen die obere Verbreitungsgrenze zu sinkend. Zur Bildung eines toten Waldschattens kommt es wohl kaum. Blattmosaikbildung ist nur angedeutet. Panaschüre und Blauglanz der Blätter tritt nicht auf. Etiolierte und einjährige Pflanzen fehlen (ausgenommen *Linum catharticum,* das Vierhapper für Legföhrenbestände im Lungau anführt). Der Legföhrenwald spielt in hohem Grade die Rolle eines Asyles für (sommergrüne) Schattenpflanzen tieferer Lagen, deren obere Verbreitungsgrenzen durch ihn oft bedeutend vorgeschoben werden. Die artliche Zusammensetzung des Unterwuchses ist eine sehr reiche und mannigfaltige und weist, bei dem starken Einschlage der Einwanderung von unten, den Legföhrenbestand der Waldregion zu. Eine spezifische, nur dem Krummholze eigene Begleitvegetation existiert nicht. Ruderalpflanzen fehlen fast gänzlich. Lianen sind auf *Atragene alpina* beschränkt. Charakteristisch ist der hohe Prozentsatz an Immergrünen. Legföhrenbestände auf Kalk beherbergen oft thermophile Elemente in größerer Zahl. Die Minima des Lichtgenusses zahlreicher Begleitpflanzen steigen nicht unerheblich mit der Seehöhe an. Die Nadeln der Legföhre gehören wie die aller Pinusarten dem aphotometrischen Typus an und sind wie diese konzentrisch gebaut. Licht- und Schattennadeln sind anatomisch zu unterscheiden durch stärkere Entwicklung der Vorsprünge in den Armpallisaden ersterer. Die Anpassung an stark abgeschwächtes Schattenlicht äußert sich nicht in einer Änderung des aphotometrischen Charakters der Nadeln, sondern in einer Umstimmung der Sprosse, beziehungsweise abweichenden Anordnung der Nadeln, die dann vorzugsweise zweizeilig entwickelt erscheinen.

Der Lichtgenuß von *Alnus viridis* beträgt in der Hochlage $1 - \frac{1}{18}$, bei Graz $1 - \frac{1}{25}$. In der Hochlage verträgt sie ungefähr denselben Grad der Überschattung durch Schirmbäume wie die Legföhre $\left(\text{bis } \frac{1}{6}\right)$, in tieferen Lagen (Graz) aber noch stärkere Grade $\left(\text{bis } \frac{1}{25}\right)$. Schattet selbst sehr tief (in der Hochlage bis $\frac{1}{21}$, bei Graz bis $\frac{1}{60}$, also tiefer als die Legföhre). Toter Waldschatten und Etiolement wurde nicht beobachtet. Annuelle wurden, mit Ausnahme von *Galeopsis Tetrahit, Alectorolophus lanceolatus* und *Melampyrum silvaticum,* letztere beide grüne Halbschmarotzer, nicht angetroffen, von zweijährigen *Campanula patula.* Thermophile Elemente fehlen (wenigstens in der Hochlage). Ruderalpflanzen treten fast gänzlich zurück. Der Schichtenbau der Bestände ist wie im Legföhrenwald der Ausdruck der von oben nach unten zu fortschreitenden Beleuchtungsabschwächung. Auch das Grünerlengebüsch ist ein Schattenasyl für viele sommergrüne Pflanzen. Geringerer Prozentsatz an Immergrünen gegenüber dem Legföhrenwalde. Keine spezifische, nur dem Grünerlengebüsch eigene Begleitvegetation. Starker Einschlag der Einwanderung von unten mit einem ausgesprochenen tieferen Zurückgreifen auf Pflanzen selbst der Hügellands- und Ebenenregion. Zugehörigkeit des Grünerlengebüsches zur Waldregion. Deutliche morphologische und anatomische Differenzierung des

Laubes in Licht- und Schattenblätter. Erstere sind pan-, letztere euphotometrisch. Kritischer Punkt (für die Umstimmung ersterer in letztere) bei $L = \frac{1}{6}$ gelegen. Zwischen $\frac{1}{12}$ bis $\frac{1}{18}$ an den Schattenblättern deutliche Mosaikbildung. Unterschiede im anatomischen Bau der Licht- und Schattenblätter ähnlich wie bei Rotbuche. Assimilationsenergie ersterer gesteigert (Förderung des Palli-sadenparenchyms). Gesamtunterschiede der Begleitvegetation beider Strauchgürtel im wesentlichen edaphischen Ursprungs. Der Legföhrenwald ist gegenüber dem Grünerlengebüsch die artenreichere Formation.

Vorliegende Untersuchungen wurden — ermöglicht durch je eine Subvention der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien und des Deutschen und Österreichischen Alpenvereines, wofür der Autor hier seinen ergebensten Dank zum Ausdrucke bringt — im Sommer des Kriegsjahres 1918 ausgeführt. Für die Lichtgenußbestimmungen wurde ein Vouk'scher Insolator verwendet, mit dem mehr als 300 Messungen vorgenommen wurden. (Verwendete Vergleichstöne: Normalton und 2·45 Ton.) Zur Ermittlung der Seehöhe diente ein bis auf 2500 *m* geeichter Höhenmesser (Aneroid). Es obliegt mir noch die angenehme Pflicht, für die Revision einiger Phanerogamen Herrn Universitätsprofessor Dr. K. Fritsch in Graz, für die Bestimmung einiger Moose Herrn Dr. J. Baumgartner in Wien bestens zu danken.

Verzeichnis der benutzten Literatur.

Beck, Flora von Hernstein, Wien 1884.

— Die Umkehr der Pflanzenregionen in den Dolinen des Karstes. Sitzgsber. d. Ak. d. Wiss. in Wien, 1906.

Breidler, Die Laubmoose Steiermarks. Mitt. d. N. V. f. St., Jahrg. 1892.

Christ, Die Geographie der Farne, Jena 1910.

Cieslar, Die Rolle des Lichtes im Walde. Mitt. aus d. forstlichen Versuchswesen Österreichs, 1904.

Furlani, Die Bedeutung des Unterlichtes für die mediterrane Macchia. Ö. b. Z., 1916.

Gaulhofer, Über die anatomische Eignung der Sonnen- und Schattenblätter zur Lichtperzeption. Ber. d. deutsch. bot. Ges., 1908.

Gayer, Der Waldbau, Berlin 1889.

Gentner, Über Blauglanz auf Blättern und Früchten. Flora 1909.

Glowacki, Die Verteilung der Laubmoose im Leobner Bezirke. Programm des Leobner Staatsgymnasiums, 1892.

Gremblich, Der Legföhrenwald. Programm des Obergymnasiums der Franziskaner in Hall, 1893.

Graebner, Die Pflanzenwelt Deutschlands, Leipzig 1909.

Grisebach, Die Vegetation der Erde, Leipzig 1872.

Hajek, Die Pflanzendecke Österreich-Ungarns, I. Bd., Leipzig—Wien 1916.

Kerner, Das Pflanzenleben der Donauländer, Innsbruck 1863.

Kerner—Hansen, Pflanzenleben, Leipzig—Wien 1913.

Kästner, Beiträge zur Ökologie einiger Waldpflanzen, Frankenberg 1911.

— Lichtgenußstudien an einigen Waldpflanzen aus der Flora der Umgebung von Frankenberg, 1913.

Kiessling, Beiträge zur Kenntnis des Einflusses der chemischen Lichtintensität auf die Vegetation, Halle 1895.

Klein, Charakterbilder mitteleuropäischer Waldbäume, Jena 1905.

Lämmermayr, Die grüne Pflanzenwelt der Höhlen. Denkschr. d. Ak. d. Wiss. in Wien, 1911, 1913, 1915.

— Floristisches aus Steiermark. Ö. b. Z. 1918.

Magnus, Die Vegetationsverhältnisse des Pflanzenschonbezirkes bei Berchtesgaden. Ber. d. bayr. bot. Ges., 1915. (Enthält Angaben über die Höhengrenzen steirischer Pflanzen.)

Migula, Pflanzenbiologie, Leipzig 1909.

Neger, Biologie der Pflanzen, Stuttgart 1913.

Pehr, Die Flora der kristallinen Kalke im Gebiete der Kor- und Saualpe. Mitt. des naturw. Vereines f. Steierm., Jahrg. 1916.

Seefried, Über die Lichtsinnesorgane der Laubblätter einheimischer Schattenpflanzen. Sitzgsber. d. Ak. d. Wiss. in Wien, 1907, mat.-nat. Kl., Bd. CXVI.

Scharfetter, Die Vegetationsverhältnisse von Villach in Kärnten. Abh. d. zoolog.-bot. Ges. in Wien, 1911, Bd. VI, Heft 3.

— Beiträge zur Kenntnis subalpiner Pflanzenformationen. Ö. b. Z., 1918.

Schramm, Über die anatomischen Jugendformen der Blätter einheimischer Holzpflanzen. Flora, 4. Bd. 1912.

Schroeter, Das Pflanzenleben der Alpen, Zürich 1908.

Solereder, Systematische Anatomie der Dicotyledonen, Stuttgart 1899.

Schimper, Pflanzengeographie auf physiologischer Grundlage, Jena 1908.

Vierhapper, Zur Verbreitung der Kenntnis der Bergkiefer *(Pinus montana)* in den östlichen Zentralalpen. Ö. b. Z., 1914.

— Ziebe und Bergkiefer in unseren Alpen. Zeitschr. d. D. u. Ö. A. V., 1915/16.

Wagner, Illustrierte deutsche Flora, Stuttgart 1905.

Warming, Lehrbuch der ökologischen Pflanzengeographie, 1896.

Wiesner, Der Lichtgenuß der Pflanzen, Leipzig 1907.

— Weitere Studien über die Lichtlage der Blätter und über den Lichtgenuß der Pflanzen. Sitzgsber. d. Ak. d. Wiss. in Wien, 1911.

Zederbauer, Das Lichtbedürfnis der Waldbäume und die Lichtmeßmethoden. Zentralblatt f. d. ges. Forstwesen, 1907.

KLIMATISCHE BEOBACHTUNGEN UND STUDIEN ANLÄSSLICH DER LANDUNGS-MANÖVER IN DALMATIEN, AUGUST 1911, NEBST NOTIZEN ZUR HYGIENE DES MARSCHES

VON

HERMANN SCHRÖTTER

MIT 5 TEXTFIGUREN UND 1 KARTENSKIZZE

VORGELEGT IN DER SITZUNG AM 13. JUNI 1918

Äußere Umstände bringen es mit sich, daß ich der nachfolgenden Arbeit ein erklärendes Vorwort vorausschicken muß.

Die Daten, auf welche sich dieselbe bezieht, wurden während des Sommers 1911 gewonnen; die Arbeit jedoch — anderweitig in Anspruch genommen — erst knapp vor Kriegsbeginn, Juli 1914, und zwar insoweit fertiggestellt, als der erste Teil derselben vollendet, für den zweiten jedoch nur die rechnerischen Behelfe und bezügliche Notizen vorbereitet werden konnten.

Der erste vorliegende Teil sollte umfassen und begreift auch in der gegenwärtigen Form die Diskussion der von mir gewonnenen meteorologischen Daten sowie vorwiegend das rein klimatologische Studium derselben, während sich der zweite ebenso ausführlich gedachte Teil mit einer gründlichen Erörterung der klimatischen Faktoren in ihrem Einflusse auf das Befinden des marschierenden Soldaten, den Bestand seiner Leistungsfähigkeit und die Vermeidung bezüglicher Gefahren, im besonderen des Hitzschlages, beschäftigen sollte. Die Beziehungen der Wetterlage zu den tatsächlich von der Truppe bewältigten Märschen hätten auf Grund der beobachteten sowie der im Hinblicke auf die physiologischen Funktionen des Organismus abschätzbaren Werte hier zum ersten Male eingehend besprochen und die Wechselwirkungen beider näher präzisiert werden sollen. Namentlich wollten wir hiemit das Verständnis jener Grenzwerte vertiefen, innerhalb welcher durch das stärkere Hervortreten, sei es eines äußeren mit der klimatischen Thermik oder eines inneren, mit der Betätigung des Organismus zusammenhängenden Faktors die Wärmeregulation nicht mehr genügt und Wärmestauung beziehungsweise Hitzschlag erfolgen muß.

Auf diesen zweiten Teil der Arbeit muß ich verzichten, da es mir — anderweitig in Anspruch genommen — nicht mehr möglich war, die bezüglichen Betrachtungen unter Berücksichtigung der neueren Literatur wieder aufzunehmen und den Gegenstand erschöpfend abzuschließen. Ich muß mich in dieser Richtung darauf beschränken, nur einige Daten zu geben, die dem nachstehenden Texte entsprechend eingefügt sind.

Die vorliegende Arbeit stellt demgemäß im wesentlichen eine klimatologische Studie mit praktischen Gesichtspunkten dar, wobei ich glaube, daß die vielseitigen Daten, trotz ihrer ver-

späteten Mitteilung, für die Kenntnis der »Sonne Dalmatiens« in ihrem Einflusse auf den marschierenden Mann nicht ohne Wert sein dürften.

Im übrigen belasse ich die Einleitung wie sie für meine ursprüngliche Fassung des Ganzen bestimmt war.

Einleitung.

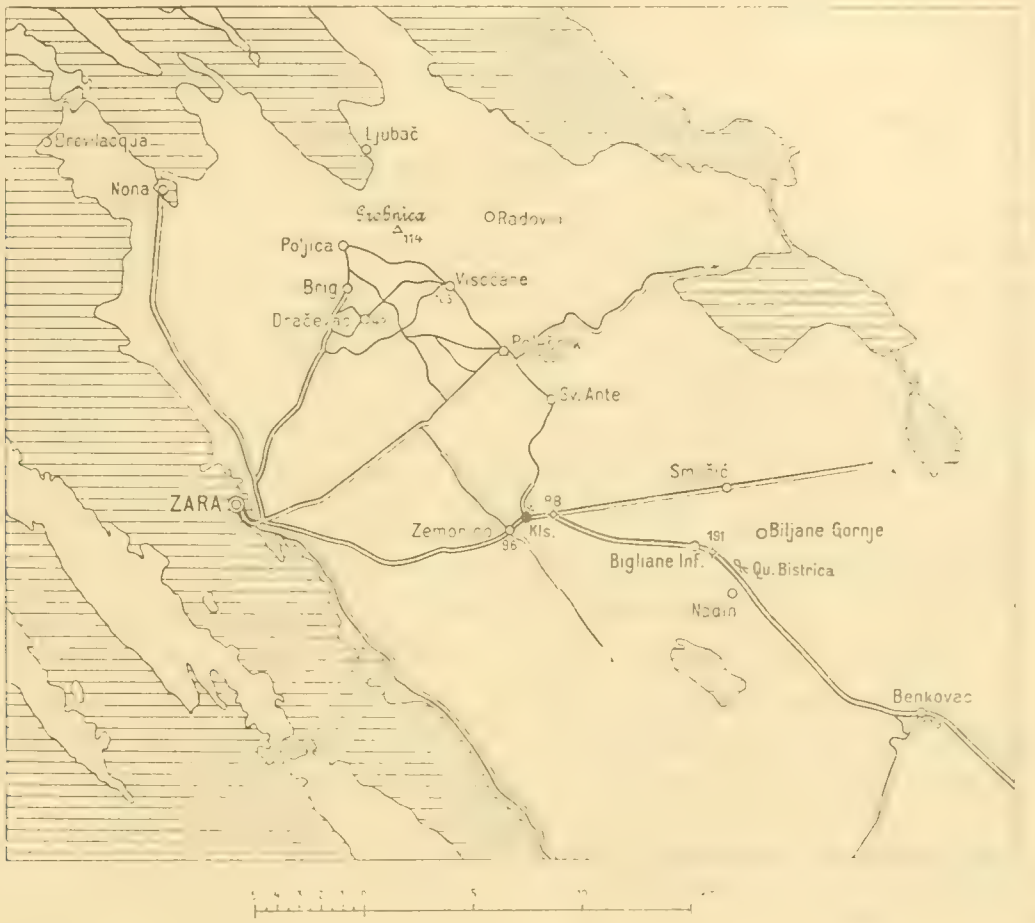
In Rücksicht auf klimatologische Fragen, die unten näher berührt werden sollen, schien es mir wünschenswert, Dalmatien auch einmal im Sommer aufzusuchen, um auf Grund eigener Wahrnehmungen die so häufig erörterte »dalmatinische Hitze« kennen zu lernen. Die Überlegung, daß hiezu längere Märsche im Inlande viel geeigneter als der bloße Aufenthalt an der Küste sein würden, veranlaßte mich, beim k. k. Ministerium für Landesverteidigung um die Bewilligung der Teilnahme an den bevorstehenden »Landungsmanövern« anzusuchen, und dies umsomehr, als ich hiebei hoffen konnte, ein Material zustande zu bringen, das, namentlich auch vom militärischen Standpunkte aus, für die Hygiene des Marsches in Dalmatien nicht ohne Wert sein würde. — Meiner Eingabe wurde Folge gegeben; ich rückte am 7. August 1911 zur Division der k. k. Berittenen Dalmatiner Landesschützen nach Sinj (43° 42' n. Br. und 34° 19' ö. L.: Seehöhe 326 *m*) ein und hatte dieserart die Freude, wieder einmal vier Wochen unter den kaiserlichen Reitern zubringen zu können.

Zum Verständnisse der nachstehenden Tabellen und Ausführungen möge in Kürze das folgende Itinerar dienen.

Der II. Eskadron der B. D. L. Sch. zugeteilt, welche zu den Landungsmanövern bei Zara, beziehungsweise der Südpartei kommandiert war, machte ich zunächst den Ritt dieser Eskadron vom 10. bis 13. August über Drniš, Slap, Benkovac nach Zara mit. Die Strecke wurde derart bewältigt, daß man am ersten Tage bis Drniš 48·5 *km* mit einer Höhendifferen von 186 *m*, am zweiten Tage bis Slap 27 *km* mit 235 *m*, am dritten Tage bis Benkovac 38·5 *km* mit 111 (173) *m*, am vierten Tage bis Zara 34 *km* mit 175 (191) *m* Höhendifferenz zurücklegte. Dann wurde ich dem k. k. Landw. Inft. Reg. Nr. 23, beziehungsweise dem k. k. Landwehrmarodenhause in Zara bis 20. August zugeteilt, um nun mit der kombinierten — aus dem k. u. k. Inft. Reg. Nr. 23, dem k. k. Landw. Inft. Reg. 23, der Batterie 3 der Geb. Artill. Brig. Nr. 7 und der II. Eskadron der B. D. L. Sch. bestehenden — Brigade zunächst die zweitägigen Übungen derselben (21. bis 22. August), dann die »Landungsmanöver« (23. bis 25. August) mitzumachen. Während dieser Zeit blieb ich nicht nur im Besitze meines Pferdes, es waren mir auch noch zwei berittene Schützen als Sanitätssoldaten zugewiesen, wodurch ich — was nicht genug eingeschätzt werden kann — in der Lage war, den ärztlichen Obliegenheiten, wie sie sich im Bereiche der ganzen Brigade ergaben, entsprechen und trotz der bezüglichen Anforderungen meine beabsichtigten Messungen in ausreichender Ruhe vornehmen zu können. Nach Schluß der Landungsmanöver blieb ich im gleichen Verbande bis zum nächsten Tage in Zara, um dann wieder der II. Eskadron der B. D. L. Sch. zugeteilt zu werden, mit welchen ich zur See nach Spalato und von dort zu Pferd nach Sinj zurückkehrte. Vor Abschluß meiner Waffenübung daselbst wurde ich vorübergehend (31. August, 1. September) in ärztlicher Mission nach Livno gesandt. Sowohl die Seefahrt nach Spalato wie im besonderen die Rückreise von dort über Lussin wurde ebenfalls zur Beobachtung der klimatischen Faktoren, namentlich der Lichtintensität benützt, welcher in der folgenden Arbeit wohl zum ersten Male in solchem Zusammenhange Aufmerksamkeit geschenkt wurde.

Ferner erscheint es zweckmäßig, dem Aufsatze eine Kartenskizze vorauszuschicken sowie die Marschleistungen anzugeben, die von den Truppen der Südpartei im Operationsgelände bei Zara ausgeführt wurden.

Den Landungsmanövern gingen, abgesehen von einer am 17. August unternommenen Sanitätsübung der kombinierten Brigade (s. o.), zwei Marsch- beziehungsweise Gefechtsübungen derselben am 21. und 22. August voraus, wobei auf der Reichsstraße Benkovac, der Ausgangspunkt für die weiteren Operationen der Südpartei, erreicht wurde. Die Marschleistung am ersten Tage, die auf die Zeit von 5^h a. m. bis 2^h p. m. entfällt, betrug bei Überwindung einer Höhe von 191 *m* rund 30 *km*; dann Rast und Nachtlager zunächst dem Posten Nadin (187 *m*), beziehungsweise der Quelle Bistrica. Am 22. wurden unter Berücksichtigung von Rekognoszierungen etwa 13 *km* zurückgelegt, die den Zeitraum von 4^h a. m. bis 12^h 00 betreffen. Nachtlager in Benkovac (179 *m*). Am 23. August erfolgte von dort der Vormarsch in das Manövergelände, der diesmal aus strategischen Gründen gegen Mittag (zirka 11^h)



angetreten werden mußte. Nach Wasserversorgung und Rast beim Posten Nadin wurde gegen Abend 7^h bei Zemonico, beziehungsweise südlich vom Kloster S. Katerina (85 *m*) gelagert, nachdem im ganzen rund 22·5 *km* zurückgelegt worden waren. Am nächsten Morgen, den 24., Aufbruch noch vor Sonnenaufgang über Goles, Polešnik, zunächst nach Visočane (103 *m*), das man gegen 7^h a. m. nach einer Marschleistung von zirka 12·5 *km* mit mäßiger Steigung erreichte. Dann wurden in der Zeit von 8^h 30' a. m. bis 2^h p. m. Bewegungen auf ungünstigem Terrain bei Dračevac (50 *m*) mit Steigung und Gefälle im Ausmaße von etwa 10 *km* ausgeführt und während des Nachmittages von dort der Rückmarsch nach Polešnik, 6·5 *km*, vollzogen, wo man gegen 7^h p. m. eintraf. Es entfallen somit auf diesen Tag rund 29 *km*. Feldlager unter dem Südabhange von Polešnik (123 *m*). Am 25. August wurden morgens im Anmarsche sowie nach dem Zusammenstoße mit dem Gegner bei Dračevac von 4^h 30' bis 11^h 30' a. m. in wechselndem Gelände 10 *km*, dann nach dem »Abblasen« am Rückwege nach Zara auf gebahnter Straße 18 *km*, im ganzen somit 28 *km* bewältigt. Gegen 4^h p. m. waren die Truppen wieder eingerückt.[1]

---

[1] Auf meine von Sinj nach Livno in Bosnien unternommene Dienstreise über den Prologpaß (1173 *m*) wird in der Arbeit nicht näher eingegangen und bloß auf die in der Generaltabelle angeführten bezüglichen Werte der meteorologischen Faktoren sowie der Lichtmessung verwiesen.

Gehen wir nunmehr auf das Verhalten der meteorologischen Faktoren ein, die ich während der Einrückungszeit bestimmen konnte. — Es versteht sich hierbei, daß man unter Umständen, die, wie im Sattel, zu einer expeditiven Beobachtung nötigen, keine komplizierten Instrumente gebrauchen und nur das Nötigste mitführen kann.

Die Temperatur wurde mittelst des Schleuderthermometers und mit dem gleichen Instrumente durch Benützung einer feuchten Hülle gelegentlich auch der Grad der Trockenheit bestimmt. Ferner kam ein genaues Schwarzkugel-Vakuumthermometer zur Ermittlung der Strahlungstemperatur in Anwendung, da nur durch Berücksichtigung der drei genannten Faktoren eine ausreichende Beurteilung der für die Wärmeökonomie am Marsche maßgebenden Bedingungen möglich ist. Die weiteren Kolumnen der Tabelle (s. p. 42), betreffend Sonnenschein, Wind und Bewölkung, bedürfen keiner näheren Erörterung; die benützten Zeichen sind die allgemein in der Meteorologie üblichen. Dagegen verlangt die Messung der Lichtintensität, deren Studium an sich heute besonders aktuell und als Ergänzung der Kenntnis über die Insolation von Wichtigkeit ist, nähere Erläuterung. — Zur Bestimmung der Lichtintensität kam die von Bunsen-Roscoe begründete, dann weiter von v. Wiesner, Eder, Andresen u. a. ausgebildete, chemisch-subjektive Methode in Anwendung, bei welcher photosensibles Papier einerseits dem gesamten (*Ig.*), andererseits dem diffusen Lichte (*Id*) ausgesetzt und durch Subtraktion der bezüglichen Größen die Stärke des Sonnenlichtes (*Is*) bestimmt wird. Wenn das genannte Verfahren auch keine absoluten Werte liefert, so ermöglicht dasselbe dennoch, wie ich des näheren an anderer Stelle erörtert habe, eine ausreichende Beurteilung der Lichtintensität für praktische Zwecke, wobei vor allem die Relationen der kurzwelligen Strahlung zum Ausdrucke kommen. Unter Anwendung eines von H. v. Schrötter und A. Wenger angegebenen Kunstgriffes (Benützung eines Äskulinfilters) vermag man noch über die Intensität des ultravioletten Lichtes, beziehungsweise dessen Relation zum übrigen Teile des kurzwelligen Spektrums Anhaltspunkte zu gewinnen, worauf sich die in der Tabelle angegebenen Kürzungen *Igv, Isv, Idv,* beziehen. Unsere Erfahrung ist jedoch in dieser Richtung noch nicht ausreichend, um weitere Schlüsse aus den nur spärlichen Messungen zu gestatten. Die von mir gemachten meteorologischen Beobachtungen wurden, was den Aufenthalt in Zara betrifft, mehrfach (Luftdruck, Feuchtigkeit, Wind) durch solche Daten ergänzt, die von der Wetterstation daselbst erhoben und mir seitens der k. k. Statthalterei freundlichst zur Verfügung gestellt worden sind.

Ich gebe nachstehend sämtliche Aufzeichnungen in Tabellenform wieder. Anderweitig, durch den ärztlichen Dienst, in Anspruch genommen, findet sich da und dort eine Lücke: nichtsdestoweniger glauben wir aber, namentlich was die Zeit der Manöver betrifft, genügend vollständig zu sein, um eine ausreichende Beurteilung der klimatischen Bedingungen zu ermöglichen, denen die operierenden Truppen im Dreiecke Zara, Benkovac, Nona, ausgesetzt waren.

1. Lufttemperatur.

Was die Verhältnisse der Temperatur und Feuchtigkeit anlangt, so wollen wir uns in diesem Aufsatze an der Hand der angegebenen Aufzeichnungen sowie der nachfolgenden Kurven nur mit jener Periode näher beschäftigen, die sich auf den Ritt von Sinj nach Zara und auf die Manöver daselbst bezieht. In dieser Richtung haben wir zunächst versucht, aus unseren Beobachtungen vom 15. bis 26. August — mit Hinweglassung der am 25. während und nach dem schweren Gewitter bestimmten Werte — eine Kurve darzustellen (Fig. 1), welche den stündlichen Gang der Lufttemperatur im Mittel ausdrückt. Diese Kurve entspricht insoferne nicht ganz den natürlichen Verhältnissen, als sich die für die einzelnen Stunden berechneten Werte auf eine ungleiche Zahl von Bestimmungen gründen. Nichtsdestoweniger dürfte die Kurve aber eine ausreichende Schätzung der Lufttemperatur und ihres Ganges im Manövergelände gestatten. Man erkennt, wie sich die Temperatur in der Zeit von 9^h a. m. bis in die späten Nachmittagsstunden über 30° erhebt, um zwischen 12^h und 2^h gegen 35° anzusteigen. Es versteht sich, daß während der besprochenen Periode, von der

allgemeinen Wetterlage abgesehen, infolge lokaler Momente, der Himmels- beziehungsweise Sonnenbedeckung, der Luftströmung, Dampfspannung u. a., Schwankungen vorkommen, die im Mittel 5° bis 10° betrugen. So wurden an einem Tage um 8^h a. m. 26°, an einem anderen 31°, um 5^h p. m. einmal 23°, ein andermal 31° notiert. Als Maximum um 12^h mittags konnten wir, und zwar am 23. August vor dem Abmarsche von Benkovac in das Manövergelände, 35° konstatieren. — Dieser Tag war überhaupt der wärmste während des in Betracht kommenden Zeitabschnittes. Auch in Zara, also an der Küste, wurde am 23. August das Maximum von 31·4° festgestellt. Bis gegen 2^h p. m. bestand starke Bewölkung, die Sonne war niemals frei. Erst am Nachmittage trat volle Aufheiterung mit schwachem WSW-Winde ein. Als Minimum haben wir um 12^h mittags 25°, und zwar am 16. August bei freier Sonne und starker Bewölkung gemessen. — Ein am 25. August in den Morgenstunden niedergegangenes Gewitter drückte die Temperatur derart herab, daß dieselbe gegenüber den mittleren Werten 11^h a. m. um 16°, 3^h p. m. um 8° abnahm.

Fig. 1.

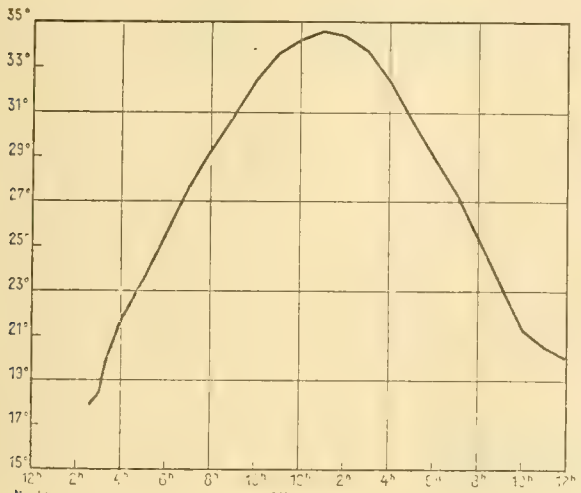
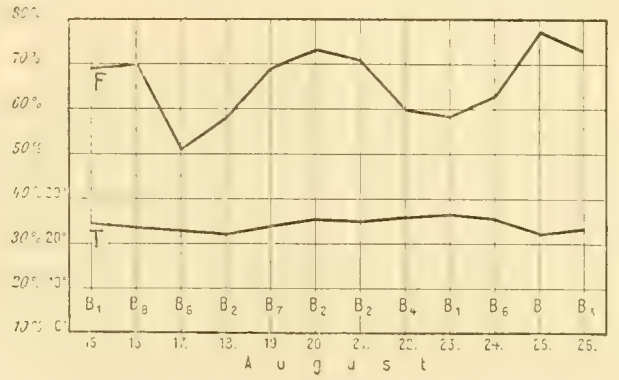


Fig. 2.



Zur weiteren Charakteristik der Luftwärme in der Zeit vom 15. bis 26. August geben wir ein Graphikon (Fig. 2), welches die täglichen Mittelwerte der Temperatur und relativen Feuchtigkeit für die Küste darstellt, wie sie sich aus den seitens der meteorologischen Station in Zara (44° 7' n. Br. und 32° 54' ö. L.) gemachten Ablesungen ergaben. Ferner lege ich eine Darstellung (Fig. 3) bei, in welcher einerseits (gestrichelte Linien) nach der gleichen Quelle der Gang der Lufttemperatur und Feuchtigkeit, andererseits (fortlaufende Linien und Punkte F.) jene Beobachtungen eingetragen sind, die wir selbst im Manövergelände in der Zeit vom 20. bis 26. August entsprechend einer mittleren Seehöhe von zirka 100 *m* gemacht haben. Man erkennt dieserart deutlich, inwieweit die Luftwärme in jenem Gebiete, in welchem die kombinierte Brigade operierte, von der Temperatur an der Seeküste abwich. Deutlich überragt am 21. bis 24. August die unsere Beobachtungen darstellende Kurve (soweit sich diese nach den vorhandenen Daten entwickeln ließ) jene von Zara.[1] Auch die Luftfeuchtigkeit wich, wie man durch Beobachtung der Punkte *F* erkennt, wesentlich von jener an der See ab. Sie war — um gleich im hygienischen Sinne zu sprechen — günstiger im Manövergelände, indem wir mehrfach Werte fanden, die sich unter dem Niveau der bezüglichen Kurve bewegen. Allerdings nahm gerade an den kritischen Tagen des 22., 23. und 24. August die Feuchtigkeit im Bereiche des ganzen Operationsfeldes, also auch an der Küste, ab, um erst nach dem »Abblasen« wieder anzusteigen.

[1] Zur Ergänzung des Gesagten bemerke ich noch bezüglich der meteorologischen Bedingungen von Zara, daß in der Zeit vom 15. bis 26. August das höchste Tagesmittel 26·5°, das niederste 22·5° betrug. Nach den Beobachtungen am Maximum-Minimum-Thermometer stellen sich die absoluten Werte während der Manöverzeit vom 20. bis 26. August im Mittel auf 29·6° und 20·9°; der Unterschied beider auf 8·7°. Als absolutes Maximum in der genannten Periode wurden 31·4°, am 23., als entsprechendes Minimum 17·0° am 24. gemessen. Wir selbst hatten leider kein Maximum-Minimum-Thermometer bei uns, wodurch die für die operierenden Truppen in Betracht kommenden Bedingungen, insbesondere die während der Nacht im Freilager herrschenden Temperaturen noch genauer zu beschreiben gewesen wären.

2. Strahlungstemperatur.

Doch bevor wir hierauf noch näher zurückkommen, sei der kalorischen Strahlung gedacht, wie sie mit Hilfe des Schwarzkugel-Vakuum-Thermometers bestimmt wurde. Wenn diesem Instrumente auch gewiß Mängel anhaften (s. u.), so können die Angaben desselben für physiologische Zwecke doch mit ausreichender Genauigkeit verwendet werden. Andere Verfahren, namentlich die Bestimmung der Insolationsgröße nach absoluten Methoden, wie mit Hilfe der Pyrheliometer, konnten ja unter den gegebenen Bedingungen, am Marsche, zu Pferde, (vorläufig) nicht in Frage kommen. — Die kalorische Strahlung erreicht ihren größten täglichen Wert im allgemeinen zwischen 12·00 bis 1^h p. m. und (vergl. auch den Gang der Lufttemperatur Fig. 1) zumeist gegen Ende dieser Stunde. Die bezügliche Kurve (Fig. 4) erscheint asymmetrisch gegen die Mittellinie, indem das Ansteigen der Wärmestrahlung in den Vormittagsstunden rascher erfolgt als die Abnahme derselben während des Nachmittages. Ebenso wie die »chemische« (s. u.) wird auch die kalorische Strahlung durch die jeweilige Witterung beeinflußt. In Rücksicht auf die Jahreszeit fällt ihr Maximum, wie auch jenes der Lufttemperatur, auf die Sommerperiode, beziehungsweise den Juli; sie erfährt durch die Witterung im Sommer die geringste, im Winter die größte Abschwächung.

Fig. 3.

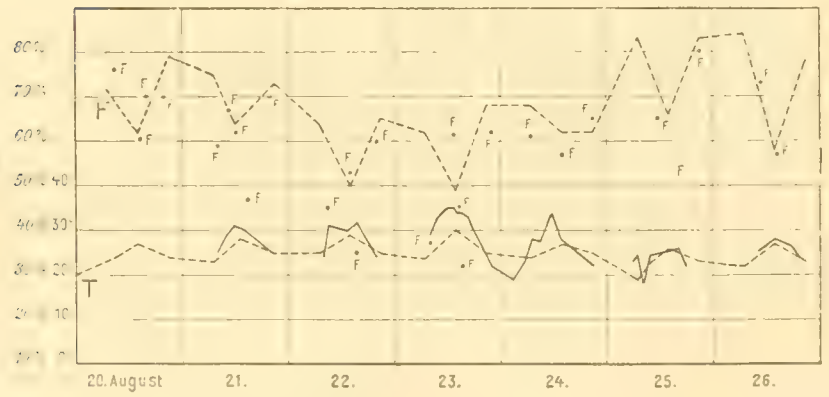
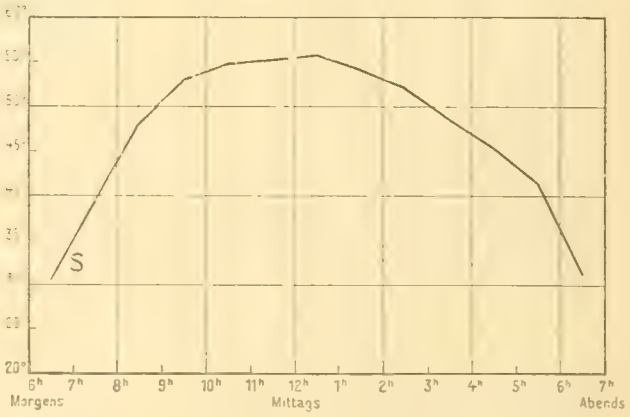


Fig. 4.



Soweit sich unsere Messungen — wieder mit Bezug auf die Zeit vom 15. bis 26. August — mitteln lassen, findet man dieselben in der vorstehenden Figur 4 dargestellt. Entsprechend dem stündlichen Sonnenstande stieg die Strahlung bis gegen 11^h a. m. rasch an, um sich während der Mittagszeit (Sonnenhöhe zirka 55 bis 60°) im Niveau von zirka 55° zu halten, ihr Maximum erst nach 12^h zu erreichen nnd dann langsamer während der Nachmittagsstunden abzunehmen. Wahrscheinlich dürfte die Größe der Strahlung noch etwas höher liegen. Das Instrument folgt nämlich nur relativ träge dem Wechsel der Strahlung, so daß bei nur kurz bemessener Exposition, wie dies gelegentlich des Marsches der Fall war, die jeweiligen Maxima vielleicht nicht immer voll zum Ausdrucke kamen. Außerdem ist das Schwarzkugelthermometer bis zu einem gewissen Grade doch auch von der Lufttemperatur und dem Winde abhängig. Ebenso muß bei genauen Messungen die geographische Breite, (die Schichtdicke der Atmosphäre), die Zenithdistanz berücksichtigt und das Strahlungsthermometer entsprechend — in der Ebene des Meridianes u. a. — aufgestellt werden.

Das Maximum, welches wir während der besprochenen Periode beobachten konnten, betrug 58° am Vormittage des 23. August, welcher ja übrigens der wärmste war. Auch die Rubnersche Zahl (s. u.) erreichte an diesem Tage um die Mittagszeit ihren höchsten Wert mit 46·0°. Es herrschte damals starke Bewölkung, die Sonne war zumeist verdeckt; bei klarem Himmel wäre die kalorische Strahlung gewiß noch höher gewesen. Aus der Tabelle kann man sich leicht durch Vergleich der Kolumnen 5, beziehungsweise 6 und 11 von dieser Abhängigkeit überzeugen. — Bei vollkommen freier Sonne und fehlender Himmelsbedeckung konnten wir wesentlich höhere Werte verzeichnen. So beobachteten wir in Sinj, vormittag am 29. August bei 55° 10′ Sonnenhöhe 65·1°, am 30. August

bei 55° 25' Sonnenhöhe 64·0° und am 2. September bei 50° 09' Sonnenhöhe 61·4°, Werte, die umso verständlicher sind, wenn man berücksichtigt, daß Sinj gegenüber dem Manövergelände um zirka 200 *m* höher und außerhalb des Dunstkreises der Seeküste liegt. Im gleichen Sinne, wenn auch nicht quantitativ in demselben Maße, wird ja die Größe der Wärme-, ebenso wie jene der Lichtstrahlung außer von der Bewölkung, vom Feuchtigkeitsgehalte der Atmosphäre beeinflußt, beziehungsweise bei höherem Sättigungsdefizit vergrößert. In der Tat fanden wir ja auch an den genannten Tagen, die Luftfeuchtigkeit, soweit wir sie feststellen konnten, gering und es herrschte Nordwind mit klarer Fernsicht.

Es darf wohl als bekannt vorausgesetzt werden, daß, wenn die kalorische Strahlung naturgemäß auch auf die Luftwärme von Einfluß ist, die Werte beider Faktoren unabhängig von einander verlaufen. So kann, wie man sich u. a. besonders sinnfällig im Korbe des Luftballons zu überzeugen vermag, die Temperatur der Luft z. B. — 20°, jene der Strahlung + 50° und der Unterschied beider die »aktinometrische Differenz« somit 70° betragen. Wir finden demgemäß in unserer Tabelle den Strahlungswert 64°, einmal bei einer Lufttemperatur von 25·1°, ein andermal 58° Strahlung bei einer solchen von 35° u. s. f. Bei niederen Lufttemperaturen, wie im Winter oder in der Hochregion, kompensiert die Strahlung wesentlich die Wirkung der Kälte; bei höherer Lufttemperatur »summieren« sich beide Faktoren.

Bewölkung beeinflußt die kalorische Strahlung wesentlich dann, wenn sie die Sonne betrifft; ist diese frei, so können die Werte selbst bei ausgesprochener Himmelsbedeckung hoch sein. So findet sich z. B. der Wert von 45° bei S_4 sowohl bei heiterem als stark umzogenem Himmel. Die Schwächung der kalorischen Strahlung nimmt mit der Größe der Sonnenerhebung, dem Einfallswinkel der Strahlen, ab. Man versteht, daß durch die jeweilige Kombination der genannten Faktoren zu gleichen Zeiten beobachtete Werte beträchtlich von einander abweichen können. So fanden wir bei S_4 und heiterem Wetter schon um 10^h a. m. 60·0°; dagegen um die Mittagszeit bei S_0 und bedecktem Himmel 53°; Werte von 50° konnten selbst bei starker Bewölkung, aber relativ freier Sonne, bereits um 9^h a. m. gemessen werden. Das Strahlungsmaximum, 65° (bei einer Zenithdistanz von 35° 50' wurde, wie bemerkt, bei besonders klarem Wetter, S_4, B_0, bestimmt.

Die Bedeutung dieses letztgenannten Faktors in klimatologischer Richtung ist früher nicht ausreichend beachtet worden. Man hat zumeist nur auf die Lufttemperatur, die Angabe bezüglicher Mittelwerte Gewicht gelegt, ohne die Insolation — Sonnenscheindauer und Strahlungsintensität — entsprechend zu würdigen, die eine so mächtige Energiequelle darstellt, daß dagegen die Wärmeproduktion, insbesondere des ruhenden Körpers nicht in Betracht kommt. Gegenwärtig wird der Registrierung der Insolation schon in Rücksicht auf die Bedürfnisse der Heliotherapie erhöhte Beachtung zuteil, wie hier nicht näher ausgeführt werden braucht. Zu einer eingehenden Beurteilung der bezüglichen Effekte auf den Organismus wird jedoch in Hinkunft die Bestimmung der Strahlungsgrößen im absoluten Maße, wie mittelst des Pyrheliometers erforderlich sein.

Um nun den Grad der Heizwirkung des jeweiligen Klimas, die Wärmezufuhr von außen, wie sie die beiden Komponenten, Luft- und Strahlungstemperatur, anzeigen, richtig einschätzen zu können, erweist sich die Beachtung der sogenannten aktinometrischen Differenzen, das heißt des Unterschiedes zwischen den Angaben des Luft- *(t)* und Strahlungsthermometers *(s)* ungenügend, beziehungsweise zu hoch gegriffen. Man muß vielmehr einen Wert berücksichtigen, den zuerst M. Rubner und sein Mitarbeiter E. Cramer (1894) auf Grund besonderer Versuchsreihen definiert haben. Es wurde experimentell der Einfluß studiert, welchen die Sonnenstrahlung im Vergleiche zur Lufttemperatur auf die Stoffzersetzung, Wärmebildung, Wasserdampfabgabe, beim Tiere ausübt. Zur Beurteilung der kalorischen Wirkung wurde das Vakuumthermometer benützt, welches jedoch mit einem Pyrheliometer geeicht worden war, so daß man bezügliche Fehlerquellen vermeiden und die Temperaturen mit absoluten Werten vergleichen konnte.[1] — Aus diesen Untersuchungen, die für den Menschen noch besonders durch

[1] Um einen Maßstab in dieser Richtung zu geben, so sei bemerkt, daß, von den Konstanten des Schwarzkugelthermometers abgesehen, einem Grade Differenztemperatur im Mittel 0·035 Kal. pro Quadratzentimeter und Minute entsprechen.

A. Wolpert bestätigt wurden, ergab sich, daß die Wärmeregulierung des Körpers nach Maßgabe von rund dem halben Temperaturüberschusse beeinflußt wird, welchen die Sonnen- über die Schattentemperatur aufweist. Bezeichnet man diese mit t und die Temperatur, welche man am Vakuumthermometer in der Sonne abliest, mit s, so kann die Größe des klimatischen Wärmeeffektes *(W)* nach der Formel $W = t + \frac{s-t}{2}$ oder kurz: $= \frac{s+t}{2}$ eingeschätzt werden. Des genaueren wären für jeden Grad Überschuß der Sonnen- über die Schattentemperatur dieser je 0·47 zuzuzählen. Bei einer Lufttemperatur von 34·5° und einem Strahlungswerte von 56·8° (wie am 23. August um 1^h 20') würden sich somit 45·7° ergeben, was besagt, daß *ceteris paribus* in Berücksichtigung der Insolationsgröße die Wärmewirkung des Klimas auf den Körper die gleiche war, als wenn dieser einer Lufttemperatur von 45·7° und nicht von 34·5° ausgesetzt gewesen wäre.

Die aktinometrische Differenz oder die relative Wärmestrahlung (F. Schwab), in diesem Falle 22·3°, würde weitaus zu hoch gegriffen sein; die Untersuchungen der genannten Autoren haben vielmehr ergeben, daß die der Insolation entsprechende Wärmezufuhr mit rund dem halben Werte dieser Differenz zu veranschlagen ist. Schatten- und Sonnentemperatur ergänzen sich derart, daß der Wärmeeffekt bei Konstanz von t von der Intensität der Strahlung, der Himmelsbedeckung, Sonnenhöhe, bei Konstanz dieser Faktoren von der Lufttemperatur beeinflußt wird, wenn wir zunächst vom Feuchtigkeitsgehalte und der Bewegung der Atmosphäre absehen. Bei niederer Lufttemperatur und freier Sonne kann der Zuwachs durch Strahlung ein sehr beträchtlicher sein. — Mit Bezug auf die früher gemachten Angaben über die Wärme im Korbe des Luftballons würde der entsprechende Wert + 15·0° betragen. Auf den Cañadas (2200 *m*) von Teneriffa ergab sich nach eigenen Beobachtungen am 4. April 1910 um 12^h 15' aus $t = 15·0°$ und $s = 58·5°$ der Wert von 36·8°; am 17. April um 2^h p. m. aus 5·7° und 60·0° ein solcher von 32·9° [1] — Andererseits wird bei hoher Lufttemperatur, jedoch starker Himmelsbedeckung die Vermehrung durch Strahlung nur eine geringe sein können.

Sehen wir nach diesen Vorbemerkungen die bezüglichen Werte unserer Tabelle wieder für die Periode vom 15. bis 26. August durch, so ergibt sich für die Zeit von 10^h vormittags bis 5^h nachmittags ein Mittelwert von zirka 40°. Die Größen der Strahlungs- und Lufttemperaturen ergänzen sich dabei in der Weise, daß die Schwankungen zwischen den einzelnen Stunden nur geringe sind; sie bewegen sich zwischen rund 38—46°. Die Differenzen würden wesentlich kleiner sein, wenn stets voller Sonnenschein bestanden hätte; hiedurch würde naturgemäß auch der Mittelwert für die genannten sieben Stunden höher liegen. Aber auch schon bei niederem Sonnenstande, wie in der Zeit vor 10^h a. m. (am 22., 23. und 24. August) oder nach 5^h p. m., wie am 19. dieses Monates, liegen die Rubner'schen Zahlen bei 41, 39, 40, beziehungsweise 32°. Daß die bezüglichen Werte in Sinj trotz Strahlungstemperaturen über 60° und heiterem Himmel nicht jene Maxima von rund 40—46° übertrafen, die wir im Manövergelände beobachteten, hängt damit zusammen, daß die Luft in Sinj kühler war; dagegen fällt dort die Konstanz von Werten zwischen 42—46° infolge der freieren Insolation auf, während im Manövergebiete die Sonne wiederholt bedeckt und damit die Strahlung beeinträchtigt war. Der relativ niedere Wert der Rubner'schen Zahl am 25. August um 2^h 45' p. m. bei Zara, nämlich 38·7°, findet wohl ebenfalls darin seine Erklärung, daß die Lufttemperatur nach dem schweren Gewitter gesunken war, denn die Strahlungsgröße von 52° entsprach annähernd den zu gleicher Tageszeit bei freier Sonne am anderen Orte (Sinj) erhobenen Werten.

Die Betrachtung der Rubner'schen Werte hat auch ohne graphische Darstellung derselben unschwer erkennen lassen, in welcher Weise sich die Luft- und Strahlungstemperaturen in ihrem Wärmeeffekte ergänzen, wie dieser durch Insolation gesteigert wird. Die klimatischen Außenbedingungen lassen sich durch Vereinigung beider Komponenten viel genauer beurteilen, als dies mit Hilfe des einen oder

[1] H. Reichel beobachtete am Monte Rosa (21. August 1906) bei einer Lufttemperatur von —2° eine Strahlung von 41°, so daß der bezügliche Wert —19·5° lauten würde u. a.

anderen Instrumentes allein möglich ist. Auf Grund der Ablesungen des Luft(Schleuder)thermometers, nach welchen sich für die Mittagsstunden ein Mittel von 30° ergab, würde die äußere Wärme zu gering, bei der bloßen Berücksichtigung des Vakuumthermometers zu hoch bemessen sein. Die Lufttemperatur erscheint vielmehr in Rücksicht auf unsere Werte gleichsam auf 40—46°, also wesentlich über jenes Niveau hinaufgerückt, welches der normalen Temperatur des Körpers entspricht; dadurch erwachsen demselben aber, namentlich bei gesteigerter Arbeit, erhöhte Ansprüche an die Wärmeregulation.

Was die Größe der Energie anlangt, welche dem Körper durch Besonnung zugeführt wird, so sei bemerkt, daß sich der Wärmeeffekt dieser um die Mittagszeit auf rund 1·0—1·5 (gr) kal. pro Quadratzentimeter und Minute stellt. Man versteht, daß die Größe der Strahlung vom Sonnenstande, der geographischen Breite, der Meereserhebung abhängig sein muß. Nach Crova erreicht die Intensität 30 Minuten nach Sonnenaufgang zirka 0·3, zwei Stunden danach bereits 1·2 Kal., um dann gegen Mittag trotz zunehmender Inzidenz der Strahlen nur unbedeutend zu steigen. — Die Besonnung von Gebirgslagen übertrifft im allgemeinen jene der Ebene; was erstere vor allem charakterisiert, ist jedoch die Konstanz hoher Werte. So fand C. Dorno für Davos (1560 *m*) eine mittlere Intensität von 1·52 Kal. Daß unter günstigen Umständen, reiner Atmosphäre, solche Werte gelegentlich auch im Tieflande realisiert sein können, ist für Wien schon von R. Schneider (1·5 Kal.) gezeigt worden. In großen Seehöhen, wie auf den Cañadas von Teneriffa (2200 *m*) kann der Wärmeeffekt der Sonne nach A. Wenger um die Mittagszeit sogar über 1·60 ansteigen. Dementsprechend liegen dort auch die Werte morgens sowie gegen Abend höher (so am 30. März 8^h 30' a. m. 1·46, am 4. April 8^h 30' p. m. 1·42 kal. u. a.). Geht die kalorische Strahlung auch mit jener des Lichtes nicht vollkommen parallel, so wird man in Rücksicht auf die hohen Werte dieser (s. p. 25) doch annehmen dürfen, daß auch der Wärmeeffekt der Sonne während der fraglichen Zeit in Dalmatien ein beträchtlicher war; Intensitäten von 1·5 Kal. dürften wohl während der Märsche wiederholt geherrscht haben. Legt man diesen Wert zugrunde, so würden dem Körper, wenn dieser allseits nackt bestrahlt werden könnte, bei Annahme einer Oberfläche von 19000 cm^2 (nach Meeh) 1710 *(kg)* Kal. pro Stunde zugeführt werden. Beim Soldaten am Marsche sind bloß Gesicht, Hals und Hände der direkten Besonnung ausgesetzt. Nimmt man deren Oberfläche nach A. Hiller zu 800 cm^2 an — was eher zu niedrig gegriffen ist — so würden diese Teile allein bei gleicher Intensität in der Stunde 72 *(kg)* Kal. empfangen, einer Energiemenge entsprechend, durch welche der Gesamtkörper in einer Stunde um rund 1° (1·2°) erwärmt wird. Rückstrahlung von der Haut schwächt den Wärmeeffekt. Die Größe der Reflexion ist bisher nicht ausreichend untersucht worden; wir hoffen, darauf noch selbst zurückzukommen. Die Insolation der Kleider, der Kopfbedeckung sowie der Ausrüstung stellt wesentliche Heizquellen für den Soldaten dar, durch welche die Wärmeabgabe im Wege von Leitung und Strahlung verhindert und die thermische Regulation erschwert wird. Die Kopfbedeckung schützt einerseits vor dem unmittelbaren Einflusse der Strahlung und damit vor einer besonderen Wirkung derselben, dem Sonnenstiche, andererseits wird, und zwar je nach Beschaffenheit und Form der Kopfhülle die lokale Erwärmung gesteigert.[1]

Wenn oben gesagt wurde, daß die aktinometrische Differenz *(s—t)* oder die relative »Wärmestrahlung« (F. Schwab) keinen entsprechenden Maßstab für die Erwärmung des Körpers von außen bietet, so beansprucht dieser Wert in meteorologischer Hinsicht Interesse. Man versteht ja, daß auch

---

[1] So beträgt nach Messungen, die u. a. zuletzt P. Schmidt angestellt hat, bei einer Außentemperatur von 36·0° in der Sonne die Temperatur unter einer Tuch-Klubmütze 37·0°, unter einem Lederhelme 36·5°, unter einer leichten englischen Mütze 34·5°. Bei starker Bestrahlung und einer Lufttemperatur von rund 18° kann die Wärme unter dem preußischen Infanteriehelme um 8—10° ansteigen. Demgegenüber bilden helle, durchlässige Stoffe, beziehungsweise Materialien einen Schutz gegen die Erwärmung durch Strahlung, so daß bei einer Außentemperatur von 36·0° beispielsweise unter einem Panamahute 25·5°, unter einem leichten Strohhute 26·5° beobachtet werden. — Leider ist es mir während der Manöver nicht möglich gewesen, die Temperatur unter der, nicht ventilierten, österreichisch-ungarischen Dienstmütze zu bestimmen. Nicht unvermerkt sei, daß sich während der letzten Felddiensttätigkeit in Syrien unsere Offiziere sowohl als die Mannschaft der leichten Mützen anstatt der Tropenhelme bedienten, die kaum zur Verwendung gelangten.

die Größe der relativen Wärmestrahlung (ebenso wie jene des Lichtes) durch die Wetterlage beeinflußt werden muß. Ohne Rücksicht auf die jeweilige Witterung fällt ihr Maximum auf den Juli, ihr Minimum auf den Dezember; bei freier Sonne dagegen auf den Februar, beziehungsweise den Oktober-November. Aus unseren Aufzeichnungen ergibt sich für die Zeit von 10^h a. m. bis 5^h p. m. (bei S_4) eine mittlere aktinometrische Differenz von 25° (Min.: 15°, Max.: 35°). Am 25. August 3^h p. m. nach dem Gewitter betrug sie 26°; in Livno (711 *m*) zu mittag 24° bei einer Lufttemperatur von 21°; der Rubner'sche Wert war 34°.

Im Anschlusse an diese Betrachtungen sei noch vermerkt, daß J. Vallot 1913 versucht hat, die Relationen von Lufttemperatur und Strahlung im Hinblicke auf die Ermittlung der für die Lichttherapie ausnützbaren Sonnenscheinstunden durch ein besonderes »Heliothermometer« direkt zu messen und damit in einfacher Weise eine Feststellung der kritischen Grenze zwischen dem kalten und warmen Lichtbade zu ermöglichen. Bezüglich der näheren Daten muß auf das Original[1] verwiesen werden.

Mit der Beurteilung der Luft- und Strahlungstemperatur sind die für die Wärmeökonomie des Körpers in Betracht kommenden äußeren Faktoren jedoch nicht hinreichend gekennzeichnet. Von größter Bedeutung ist das gleichzeitige Verhalten der Wasserdampfspannung, der Luftfeuchtigkeit, die namentlich für die Wärmeabgabe seitens des Organismus maßgebend ist, während die oben genannten Momente die Heizung des Körpers von außen betreffen.

3. Luftfeuchtigkeit.

Es kann hier nicht meine Aufgabe sein, ausführlich auf jene Mechanismen hinzuweisen, die der arbeitende Organismus am Marsche in Tätigkeit setzt, um seine Bluttemperatur im Wege der physikalischen und chemischen Regulation nicht über die Norm ansteigen zu lassen. Die Leistungsfähigkeit desselben und damit der Schutz vor schweren Schädigungen des Körpers wird umso geringer, je ungünstiger die äußeren Faktoren kombiniert sind, im besonderen je höher zugleich auch die Luftfeuchtigkeit ist. Die großen Anforderungen, welche die Wärmeökonomie am Marsche an die Wasserverdampfung, die Perspiration durch Lunge und Haut stellt, können trotz hoher Außentemperatur bei trockener Luft und ausreichender Wasserzufuhr befriedigt werden; die Regulation wird aber leicht insuffizient, wenn sich der Feuchtigkeitsgrad der Sättigung nähert. Außer durch grundlegende Untersuchungen von M. Rubner sind die hier in Betracht kommenden Beziehungen, und zwar mit besonderer Berücksichtigung des Soldaten, namentlich von N. Zuntz und O. Schumburg studiert worden, wobei vor allem auch die Kenntnis der Mechanik jener Vorgänge vertieft wurde, durch welche die Wärmebilanz der menschlichen Maschine trotz ungünstiger Außenbedingungen und bei abnormer Belastung gewährleistet wird. Wir möchten nicht ermangeln, auf diese auch heute noch wertvolle Arbeit,[2] die bei uns nicht ausreichend gewürdigt zu sein scheint, nachdrücklich zu verweisen.

Die Erfahrung zeigt, daß bei Temperaturen von 25—30° C. die Grenze liegt, bei welcher die Gefahr der Wärmestauung, des Hitzschlages besteht, wenn die Luft feucht ist. — Um ein Beispiel aus eigener Erfahrung anzuführen, vermag man bei etwa 35° stundenlang und mit fast trockener Haut in den Parksteppen am oberen Nile zu jagen, da dort die relative Feuchtigkelt der Luft gelegentlich nur 25% beträgt; bei einer solchen von 80% wird aber der Marsch selbst schon bei einer Temperatur von 25° beschwerlich und die Leistungsfähigkeit nimmt wesentlich ab. In einer Umgebung von 30° bei windstiller Luft und Sättigung kann die Körpertemperatur leicht auf pathologische Werte, 40° und darüber ansteigen. Individualität und Training verschieben auch hier die Toleranzbreite; bekannt

[1] J. Vallot. De l'Actinometrie dans ses Rapportes avec l'Heliotherapie. Berichte des internationalen Kongresses für Thalassotherapie in Cannes 1914, Paris. Gazette des Eaux, Vme, Rue Humboldt 3.

[2] Studien zu einer Physiologie des Marsches, Berlin. A. Hirschwald 1901.

und in praktischer Hinsicht wichtig ist, daß »Neulinge« allmählich an die körperlichen und die durch Märsche im Sommer bedingten Mehranforderungen zu gewöhnen sind, um durch zweckmäßiges Ineinandergreifen der dem Organismus zur Verfügung stehenden Regulationsapparate mit einem Mindestaufwande an Energie auszukommen.[1]

Betrachten wir nach diesen Vorbemerkungen das Verhalten der Luftfeuchtigkeit an der Hand unserer eigenen Daten sowie der in Zara gemachten Beobachtungen, so erkennt man zunächst, daß sich dieselbe auf Grund der seitens des meteorologischen Observatoriums daselbst gewonnenen Mittel (siehe die entsprechenden Kurven in Fig. 2 und 3) wellenförmig um den Wert von etwa 60 % bewegte. Das Tagesmittel der Feuchtigkeit für die Küste schwankte in der Zeit vom 15. bis 26. August zwischen 51 und 77 %, also um 26 %.[2] Die Kurve in der Fig. 3 gibt weiters die Breite der täglichen Schwankung und zeigt zugleich, daß die Feuchtigkeit gerade an den Tagen der Landungsmanöver noch günstiger lag. So wurden, wie an den Nachmittagen des 22. und 23. August Werte von zirka 50 % an der Küste gemessen. Die Beachtung dieser Angaben allein würde jedoch kein richtiges Bild der Luftfeuchtigkeit im Manövergelände geben. Die Lage der Punkte *F*, unsere eigenen Beobachtungen betreffend, zeigt vielmehr, daß die relative Feuchtigkeit im Operationsgebiete noch viel niedriger war, indem wir Werte finden, die sich unterhalb von 40 % bewegen. Auch diese fallen auf die bereits genannten Tage mit abnehmender Dampfspannung. Als Minima der relativen Feuchtigkeit konnten am Morgen des 22. und 23. August 37 %, beziehungsweise 38 %, in den Nachmittagsstunden derselben Tage sogar 35 %, beziehungsweise 32 % beobachtet werden. Eine relativ hohe Feuchtigkeit fanden wir konform der in Zara beobachteten Wellen, am 15., 16., 20. sowie 25. August, wobei Werte über 70 %, allerdings zumeist bei niederem Sonnenstande notiert wurden.

Wir brauchen nicht näher auf die gewonnenen Daten einzugehen; das Gesagte genügt, um zu zeigen, daß das Verhalten der Feuchtigkeit während der Landungsmanöver ein günstiges war. Höhere Werte, wie die letztgenannten, wurden bloß vereinzelt, und zwar an solchen Tagen verzeichnet, an denen keine anstrengenden Märsche stattfanden.

Die Trockenperiode, wie sie zu dieser Zeit in Mitteleuropa herrschte, kommt ebenfalls in unseren Messungen deutlich zum Ausdrucke. Dieselben zeigen aber auch, wie wichtig es ist, nicht bloß, wie dies bisher geschehen, die Temperaturen, sondern auch das Sättigungsdefizit im Bereiche des Operationsfeldes zu bestimmen, um eine richtige Schätzung der klimatischen Einflüsse auf marschierende Truppen zu ermöglichen. So sahen wir ja auch im Verhalten der Temperaturen einen deutlichen Unterschied zwischen der Küste und dem in Betracht kommenden Gebiete, indem es dort kühler und zugleich feuchter, im Manövergelände zwar wärmer aber dabei trockener war. Niederschläge erfolgten erst gegen Ende der Übungen am 24. und 25. August. Für das Manövergelände kommt jedoch nur jener des zweiten Tages in Betracht, da während der Nachmittagsstunden des 24. in der Umgebung von Benkovac (Wetterlage: NW_{5-6}, Ci_2, Cu_{7-8}, relat. F. 57 %) bloß einige Tropfen fielen, während an der Küste von Zara eine Regenmenge von 5·1 *mm* registriert wurde. Der nächste Tag brachte dann ein schweres Gewitter aus Südost, das sich über das ganze Operationsgebiet entlud und eine Niederschlagsmenge von 5·6 *mm* bewirkte. Rasch trockneten die durchnäßten Kleider unter den wärmenden Strahlen der wieder frei gewordenen Sonne.

---

[1] Weitere Erfahrungen in angedeuteter Richtung habe ich während meiner jüngst vergangenen Dienstzeit in Syrien und im nördlichen Mesopotamien (Sommer 1917) sammeln können. Trotz hoher Lufttemperatur und starker Strahlung sind infolge der zumeist niedrigen Luftfeuchtigkeit und der regelmäßigen Ventilation die klimatischen Bedingungen solche, daß — wie in der Breite von Ghaza — Fälle von Hitzschlag nicht zur Beobachtung gekommen sind; allerdings war die Mannschaft auch wesentlich leichter bekleidet. Auch der Europäer lernt, sich der beschränkten Trinkwasserversorgung anzupassen. Anders im nördlichen Mesopotamien, wo die Verhältnisse ungünstiger liegen. Ich hoffe noch in anderem Zusammenhange über meine bezüglichen Beobachtungen berichten zu können.

[2] Aus den Tagesmitteln aller vom 1. August bis 8. September in Zara bestimmten Werte ergibt sich des genaueren 73·7 %, wobei die Feuchtigkeit an mehreren Tagen, wie am 1., 10., 12., 17. August und 1. September auf 50 bis 48 % herabging.

4. Luftdruck und Luftbewegung.

Es erübrigt weiterhin, das Verhalten des Luftdruckes zu streifen, dessen Schwankungen früher ebenfalls ein wesentlicher Einfluß auf das physische Befinden zugeschrieben wurde. Gegenwärtig dürfen wir — von der Wirkung jener Druckdifferenzen abgesehen, wie sie unter bestimmten Umständen (Arbeit in Preßluft, Luftfahrt) im Körper entstehen — wohl annehmen, daß es nicht so sehr der Luftdruck als solcher, sondern die mit einem Wechsel desselben einhergehende Veränderung der anderen klimatologischen Faktoren ist, welche in dieser Richtung in Betracht kommt. Dabei scheint die besondere Kombination derselben, die gesamte Wetterlage, wichtiger zu sein als die Wirkung einzelner Komponenten. Nichtsdestoweniger kann das Hervortreten einer der Faktoren der Wetterlage hren besonderen Charakter verleihen und mag deren klimatischen Einfluß bestimmen. So wurde in neuerer Zeit namentlich auch die Radio-Aktivität der Atmosphäre, beziehungsweise die Ionisation und Leitfähigkeit der Luft in einen engeren Zusammenhang mit dem körperlichen Befinden gebracht, ohne daß sich hierüber bisher Präzises sagen läßt.[1] Nach den unleugbaren Wirkungen der Föhnluft, des Schirokko, wie sie gerade auch von unserer dalmatinischen Küste bekannt sind, darf angenommen werden, daß Schwankungen des elektrischen Zustandes in der Tat einen Eifluß auf das Nervensystem und damit auch auf andere vitale Funktionen nehmen. Steigen des Barometers, Hochdruck, wirken im allgemeinen günstig auf die Leistungsfähigkeit und die Gemütsstimmung, während Föhnwetter mit den Erscheinungen physischer Depression einhergeht. Insoferne nun Sinken des Barometers, beziehungsweise niederer Druck, von meist ausgesprochenen Veränderungen der atmosphärischen Elektrizität begleitet ist, liegt es nahe, die Beschwerden damit in Zusammenhang zu bringen.

So glaubte Grabley beweisen zu können, daß vor allem die induzierte Radioaktivität auf Körper negativen Potentiales die auslösende Ursache klimatischer Einflüsse bei disponierten Personen sei; der Gesunde reagiere erst bei bestimmter Konzentration der sphärischen Emanation, wie sie im Gebirge gegeben sein kann. Auch Saake hält den höheren Gehalt an Radiumemanation für einen wichtigen Faktor des Höhenklimas. Für eine innige Beziehung der Bergkrankheit zu den Schwankungen der Ionisation ist namentlich Knoche eingetreten. Nach Dorno scheint physisches Unbehagen an niederes Potentialgefälle und hohe Leitfähigkeit der Luft geknüpft zu sein; bei Föhn wäre ausgesprochene Wollkleidung zu vermeiden; häufiges Waschen könnte eine Erleichterung bezüglicher Beschwerden bringen, da hiedurch der Körper »entelektrisiert« würde. — Gegenüber der Meinung der genannten Autoren hat Ducceschi auf Grund reicher Erfahrungen in den argentinischen Anden betont, daß ein Zusammenhang dieser Art nicht aufrecht zu erhalten sei. Auch Trabert gelangte nach genauer Analyse der Erscheinungen bei Föhnwetter zu der Ansicht, daß der bekannte Einfluß auf den Organismus nicht so schwerwiegend sei, als jener anderer seelischer Momente, die mit der geistigen Tätigkeit des Menschen zusammenhängen. Im allgemeinen jedoch erwiesen sich Tiefdrucktage, das Heranrücken von Depressionen — die ja meist mit gesteigerter Ionisation einhergehen — ungünstiger auf das Befinden als hoher Barometerstand. — Abnahme des Druckes (wie bei Schirokko) fällt meist mit erhöhter Leitfähigkeit zusammen. Im Gebirge ist die positive Luftladung gewöhnlich größer als die negative; hohe Ionisation daselbst geht (H. Reichel u. a.) mit Wolken- und Nebelbildung in den Tälern einher, während bei Sinken der Temperatur und Steigen der Dampfspannung niedere Werte beobachtet werden. Als eine der Quellen der Ionisation kommt, abgesehen von der Emanation des Erdbodens, die Wirkung der ultravioletten Strahlung, beziehungsweise die photoelektrische Zerstreuung in Betracht. Daß Veränderungen des elektrischen Zustandes der Atmosphäre tatsächlich auf den Verlauf vitaler Funktionen

[1] Der erste, der nachdrücklich auf diese Beziehung hingewiesen hat, dürfte der österreichische Bergmann I. v. Russegger gewesen sein, der Ende der Dreißigerjahre des vergangenen Säkkulums die Savannen des oberen Sudan bereiste. Mit weitem Blicke sucht er bereits die während des Chamsines eintretenden Erscheinungen, wie Kopfschmerzen, Gereiztheit, Schwindel, auf die hohe elektrische Spannung der Atmosphäre zurückzuführen, von der er sich selbst durch Messung überzeugte. Die betreffende Abhandlung ist in der Zeitschrift für Physik und verwandte Wissenschaften, Bd. VI, p. 73 und 229, Wien 1840, erschienen.

von Einfluß sein könnten, dafür sprechen die Ergebnisse jener Versuche (Falta, Gudzent. Löwy, Maass, Plesch u. a.), welche über die Wirkung allerdings hoher Radioaktivität sowie der Röntgenstrahlen auf den Gas- und Stoffwechsel, den Blutdruck, die Vasomotoren vorliegen. Die bezüglichen Ausschläge sind im allgemeinen gering und nicht immer eindeutig; dennoch lassen sie über die Kausalität kaum einen Zweifel und gestatten demnach die Annahme einer möglichen Abhängigkeit des körperlichen Befindens von der (elektrischen) Wetterlage. Nicht unvermerkt sei in dieser Hinsicht, daß N. Zuntz gelegentlich seiner Studien am Monte Rosa (4560 *m*) bei erhöhter unipolarer Leitfähigkeit eine wenn auch nur mäßige Steigerung des Gaswechsels beobachtete.

Wie man sieht, ist hier noch vieles unsicher. In letzter Zeit ist nun durch W. Schmidt[1] ein neuer Gesichtspunkt eröffnet worden, indem er als Meteorologe die von ihm näher studierten Luftwogen mit den Symptomen bei Föhn in Beziehung zu bringen sucht. Durch Anwendung einer besonderen Methodik, des Variographen, gelang es Schmidt, Druckschwankungen aufzudecken, welche das gebräuchliche Barometer nicht zu registrieren vermag. Diese treten bei Veränderung der Wetterlage, insbesondere während der Entwicklung des Föhns, in verstärktem Maße auf, wobei Oszillationen beobachtet werden, welche in Rücksicht auf ihre Periode und Intensität genau analysiert wurden. Der über die kalte, im Tale lagernde Luft hinwegstreichende Föhn erzeugt an der Grenzfläche beider Wogen, die sich an der Talsohle als regelmäßige Druckwellen äußern. Starke Schwankungen gehen meist dem Föhnwetter voraus und werden desto häufiger und rascher, je mehr die Südströmung herabsteigt. Vor Durchbruch des Föhns erreichen die Wellen ihr Maximum, wobei sie Amplituden, extrem bis zu 4 *mm* Hg, aufweisen. Die Impulse folgen meist alle 3 bis 6 Minuten. Während der Föhn weht, sind die Oszillationen geringer, um bei Pausen sowie nach Beendigung desselben wieder anzusteigen. Die Wellenlängen liegen in der Größenordnung von Kilometern, die Schwingungsdauer wechselt zwischen 5 bis 12 Minuten, die Vertikalerhebungen der Kämme über die Ruhelage betragen 100 bis 150 *m*, die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Wogen entspricht meist der Hälfte der herrschenden Föhnströmung. Mit den Druckschwankungen und im kausalen Zusammenhange mit ihnen gehen regelmäßig auch jene thermischen Wellen einher, die schon früher (A. Defant u. a.) bekannt waren. Sie zeigen bezüglich ihrer Periode vielfach die gleiche Schwingungsdauer, wie die vom Variographen verzeichneten Oszillationen. Aber nicht nur bei ausgesprochenem Föhnwetter, sondern auch bei anderen atmosphärischen Störungen, wie Böen, waren Luftwogen oder den beschriebenen ähnliche Wellen nachzuweisen. Jede Ausbreitung, jedes Vorbeiziehen einer barometrischen Depression regt Verlagerungen der unteren Luftschichten an, und geht mit erhöhten Druckschwankungen einher. Hiedurch gewinnen die Befunde von Schmidt auch ein praktisches Interesse, da der Variograph berufen erscheint, der Wetterprognose zu dienen und diese sicherer zu gestalten, als es auf Grund des Barometers allein möglich ist. Im Hinblicke darauf schiene es schon dermalen wünschenswert, bezügliche Instrumente an klimatischen Stationen und Sportplätzen (Semmering, Kitzbüchel) aufzustellen, um Veränderungen der Wetterlage mit größerer Bestimmtheit voraussagen zu können.

Der Umstand, daß die sogenannte Föhnkrankheit[2] mit dem Auftreten der Druckwellen zusammenfällt, hat Schmidt veranlaßt, eine Kausalität beider anzunehmen, wobei er sich auf die

---

[1] Luftwogen im Gebirgstale; nach Variographenaufzeichnungen von Innsbruck; Sitzungsberichte d. k. Akademie der Wissenschaften in Wien, Bd. 122, Abt. II a, Mai 1913.

[2] Die Symptome derselben sind jenen ähnlich, welche man in den Tropen beim Wehen heißer, trockener Winde beobachtet. Wie kürzlich M. Bérillon (Gazette Médicale de Paris, Nr. 220, p. 333, 1913) betont hat, kommt die klimatische Wirkung namentlich in Schwankungen des Charakters, in einer »Abolition paroxystique du pouvoir de controle mentale« zum Ausdrucke. — Auch der Tropenkoller ist, wie Autor bemerkt, durch abnorm gesteigerte Reizbarkeit und physisches Unbehagen mit Neigung zur Gewalttätigkeit, Unverträglichkeit, Mißtrauen u. a. gekennzeichnet. Außer den klimatischen Einflüssen sind aber an diesem Symptomenkomplexe zweifellos auch Alkohol, Malaria, beteiligt. — Mit den körperlichen Sensationen bei Witterungswechsel, der Frage des sogenannten »Wetterfühlens«, hat sich namentlich M. Farkas beschäftigt und darüber zuletzt gelegentlich des VII. Kongresses der Balneologen Österreichs (Meran, 10. bis 13. Oktober 1913) berichtet. In neuerer Zeit hat sich ferner W. Hellpach (Die geophysikalischen Erscheinungen, Leipzig 1911) dieses Gebietes mit Erfolg angenommen.

schon von H. v. Ficker erwähnten Beobachtungen stützt, daß die bezüglichen Erscheinungen, wie allgemeines Unbehagen, gesteigerte »Nervosität«, Kopfschmerzen u. a. in vielen Fällen durchaus nicht gleichzeitig mit dem vollen Wehen des Windes, sondern meist vorher, zuweilen schon einige Tage vor dem endlichen Durchbruche des Föhnes eintreten, also zu einer Zeit, zu welcher bereits ausgesprochene Luftwogen bestehen. Da sich im Tale weder die Temperatur und Feuchtigkeit, noch der Luftdruck oder die Windverhältnisse in besonders auffallender Weise geändert haben, liegt es in der Tat nahe, einen Zusammenhang der Symptome mit den Druckwellen anzunehmen, wofür die weitere Beobachtung spricht, daß die Beschwerden nachlassen, wenn man sich um einige hundert Meter in die Höhe, in die warme, trockene Föhnströmung begibt, wo die Druckschwankungen fehlen. Ebenso wären örtliche Differenzen im Auftreten der Erscheinungen verständlich, da die Druckwellen ungleich verteilt sein können. — Nichtsdestoweniger erwachsen dieser Auffassung Schwierigkeiten, nachdem wir auf Grund vielfacher praktischer und experimenteller Erfahrungen wissen, daß selbst solche Druckschwankungen, welche die hier in Betracht kommenden Oszillationen wesentlich übersteigen, ohne nachweisbare Einwirkung auf den Organismus sind, vorausgesetzt allerdings, daß nicht der mittlere Druckwert an sich als aetiologischer Faktor, wie namentlich bei verdünnter Luft, Bedeutung beansprucht. Druckdifferenzen werden, wie zuerst P. Bert nachdrücklich betont hat, simultan ausgeglichen; sie sind ohne Einfluß auf den Blutdruck; die sogenannte »mechanische Theorie« kann als endgültig beseitigt gelten. Auch für die Respirationstätigkeit sind Druckdifferenzen, wie sie bei Föhn registriert wurden, praktisch ohne Belang, ebenso wenig können wohl bezügliche Volumschwankungen, wie sie bei raschem Wechsel des äußeren Druckes in den mehr oder minder abgeschlossenen Körperhöhlen (Darm, Mittelohr) entstehen müssen, auf den Allgemeinzustand, das Nervensystem von Einfluß sein. Fehlen doch auch, wenigstens bei der überwiegenden Mehrzahl der Menschen, entsprechende Symptome seitens jenes Organes, das, wie das Ohr, für Druckschwankungen besonders reaktionsfähig ist. Immerhin wären bei empfindlichen Personen, beziehungsweise bei Ohren, in denen wegen enger Tube oder aus anderen Ursachen Druckdifferenzen schwerer zum Ausgleiche kommen, bezügliche Einflüsse und durch Wirkung auf das Labyrinth Gefühle von Schwindel denkbar.

Die Druckwellen als solche können demnach nicht die Ursache der bekannten Symptome sein. Für den bestehenden Zusammenhang muß eine andere Ursache maßgebend sein, die in einem solchen Faktor zu suchen ist, der gleichzeitig mit den genannten Phänomenen einhergeht. In dieser Richtung wird man sonach doch wieder auf die bereits mehrfach diskutierte Bedeutung von Veränderungen der Luftelektrizität zurückgeführt. Durch die Befunde von Schmidt — den Nachweis rasch erfolgender Luftdruckschwankungen — ist gewissermaßen ein neues klimatisches Element aufgedeckt worden, dem man vom physiologischen Standpunkte aus erhöhte Beachtung zuwenden muß. Es schiene jedoch wichtig, nicht bloß nachzuweisen, inwieweit die Luftwogen — wie bereits Autor bemerkt — von lokalen und allgemeinen Bedingungen abhängig sind, sondern namentlich zu untersuchen, ob diese auch mit stärkeren Oszillationen des luftelektrischen Verhaltens, der Ionisation, einhergehen, bezüglich welcher ein Einfluß auf das Nervensystem, das körperliche Befinden, wohl kaum mehr in Abrede zu stellen ist.

Daß Luftwogen in der Tat von Schwankungen des elektrischen Zustandes begleitet sein dürften, wird kaum zu bezweifeln sein, nachdem solche für gröbere atmosphärische Störungen erwiesen sind. Im besonderen läßt sich erwarten, daß dies bei Föhn zutrifft, wobei die, zumeist stark ionisierte, Bergluft nach den Tälern hin abströmt. Ebenso geht Bora mit einer deutlichen Erhöhung der elektrischen Zerstreuung einher und bedingt häufig ausgesprochene Unipolarität, während u. a. starke Kondensation, wie Nebelbildung im Tale, die gleichsam Ionen abfängt, eine Verminderung der Leitfähigkeit herbeiführt.

Im Gegensatze zu früheren theoretischen Erwägungen wissen wir auch, daß der Ionengehalt der Atmosphäre mit zunehmender Meereserhebung nicht nur keine Verminderung, sondern sogar eine

auffallende Steigerung erkennen läßt, wie namentlich V. F. Hess für die Gammastrahlung, A. Flemming sowie H. Kohlhörster für die Radioaktivität nach Versuchen im Korbe des Luftballons gezeigt haben. Anscheinend wird letztere durch Vertikalströmungen in hohe Regionen emporgetragen; auch muß die verstärkte Ultraviolett-Strahlung der Sonne mit einer Abnahme des Potentialgefälles, beziehungsweise einer Steigerung der Ionisation einhergehen.[1] — Wir dürfen demnach wohl annehmen, daß, wenn Verschiebungen größerer Luftmassen stattfinden, die mit den beschriebenen Schwankungen des barometrischen Druckes, den Luftwogen, einhergehen, dieselben auch von elektrischen Oszillationen begleitet sein werden. In dieser Auffassung würde vielleicht eine befriedigende Beantwortung noch schwebender Fragen möglich sein. Dennoch sollen die Schwankungen der Luftelektrizität allein nicht überschätzt werden, nachdem gezeigt wurde, daß selbst hochionisierte Luft nur relativ wenig auf den Gaswechsel und das Nervensystem einwirkt. Vom Gebirge uud seinen besonderen Effekten (der Luftverdünnung, beziehungsweise verminderter Sauerstoffspannung) abgesehen, rufen Veränderungen der Temperatur und Feuchtigkeit, der Luftströmung, wie ja durch die Praxis bekannt und quantitativ erwiesen ist, ungleich stärkere Effekte hervor, gegenüber welchen Einflüsse der genannten Art verschwinden. Wenn aber Mehranforderungen an den Organismus gestellt, die vitalen Funktionen, wie beim Marsche im gesteigerten Maße in Anspruch genommen werden, dürften Veränderungen der Luftelektrizität immerhin als auslösender Faktor in Betracht kommen. Die infoige von Ermüdung oder partiellem Sauerstoffmangel verminderte Reflexerregbarkeit könnte unter dem Einflusse hoher Ionisation noch mehr herabgedrückt werden und demgemäß die Synergie jener Regulationsapparate leiden, die vom Organismus aktiviert werden müssen, um der Mehrleistung zu genügen. Erhöhter Ionengehalt würde somit die erschlaffende Wirkung warmer und gleichzeitig feuchter Luft steigern. Ich verweise auf die Bemerkungen, die ich hierüber bereits an anderer Stelle[2] gemacht habe. In jüngster Zeit möchte auch v. Heuss unter Berufung auf die von Zuntz am Monte Rosa beobachtete Steigerung des Gaswechsels (s. o.) die Symptome bei Föhn, im besonderen die dabei häufig auftretenden Schlafstörungen, mit der erhöhten Unipolarität der Luft in Beziehung bringen.

Obige Angaben sollten vor allem erkennen lassen, inwieweit die Registrierung der klimatischen Faktoren noch mangelhaft ist, um zu einer erschöpfenden Charakteristik und damit verwertbaren Beurteilung des Luftdruckes in seinem möglichen Einflusse auf den Organismus zu gelangen. — Die darüber sowie bezüglich der Windstärke und -richtung vorliegenden Daten der meteorologischen Station Zara reichen naturgemäß nicht aus, um zu den besprochenen Beziehungen Stellung zu nehmen. Dennoch mögen dieselben in Kürze vermerkt sein, um die Wetterlage während der Manöver auch in dieser Richtung wenigstens einigermaßen zu beleuchten.

Was zunächst das Verhalten des Luftdruckes rücksichtlich der einzelnen Tage anlangt, so schwankte derselbe in der Zeit vom 15. bis 26. August entsprechend dem mittleren Werte (reduc.) von 763·3 um max. 5·4 *mm*, beziehungsweise um max. 3 *mm* während der Manövertage (20. bis 26. August).[3] Die Termine (7^h a. m., 2^h p. m., 9^h p. m.) betreffend, ergaben sich in der Zeit vom 15. bis 26. August Differenzen des Druckes auf- und absteigend im Mittel von 1·3 *mm*. Die stärksten Schwankungen, 2·8 und 3·0 entfallen auf den 17., beziehungsweise 25. August, die beide (nach 1·3 + 1·5 und 2·3—0·7) ein Ansteigen des Druckes bedeuten. Die vorherrschende Windrichtung war während der Manöver an den ersten vier Tagen sowie während der Vormittagstunden des 25. SE (von einer mittleren Stärke 2), dann nach dem Gewitter sowie am 26. August NW (von annähernd der gleichen Stärke). Die Hitzschläge fallen auf den 21. und 23. August, lassen also weder einen

---

[1] Mit eingehenden Studien über die Gesetzmäßigkeit dieser Vorgänge, die Möglichkeit etwa extraterrestrischer Einflüsse, hat namentlich V. F. Hess begonnen; vergleiche u. a. dessen Aufsatz: Über einige physikalische Fragen, deren experimentelle Beobachtung durch Versuche im Freiballon wünschenswert wäre. Mitteilungen des k. k. ö. Aero-Club Nr. 7 bis 9, p. 5, 1915.

[2] Hygiene der Aëronautik und Aviatik, p. 166. — Wien, W. Braumüller. 1912.

[3] Während des ganzen Monates August wurden in Zara Schwankungen des Barometers von max. 6·8 *mm* beobachtet.

Zusammenhang mit dem Verhalten des Luftdruckes, noch mit der Windrichtung erkennen, da ja auch am 20. und 22. August SE-Wind, beziehungsweise schirokkales Wetter bestand. — Daß das Verhalten der thermischen Faktoren, also der Luft- und Strahlungstemperatur sowie der Dampfsättigung allein keine Erklärung in dieser Richtung gibt, ist schon gesagt worden und geht aus einem Blicke auf die Haupttabelle hervor; denn es war an allen Manövertagen sehr heiß (Rubner'sche Werte von 42 bis 47°) und gerade der 23. August, an welchem Hitzschläge vorkamen, war nicht durch eine besonders hohe, sondern vielmehr durch eine geringe mittlere Feuchtigkeit gekennzeichnet. Ungleich schwerer fällt hier ins Gewicht, daß an den beiden fraglichen Tagen starke Marschleistungen zu vollbringen und diese — Zemonico—Nadin, zirka 10 *km* mit Steigung, beziehungsweise Benkovac—Nadin mit mäßigem Gefälle, zirka 10·5 *km* — um die Mittagszeit bei mangelndem Wasserimporte zu bewältigen waren.

Die Manöver fielen mit Rücksicht auf die herrschende Luftströmung in eine schirokkale Periode, die bei steigender Temperatur zu einer Veränderung, einem Ausgleiche drängte, den das schwere mittägliche Frontgewitter am 25. brachte. Die mittlere Tagestemperatur sank gegenüber den Vortagen um 3° und es trat wieder nördliche, beziehungsweise nordwestliche Luftströmung in der ersten Augusthälfte ein. Im Hinblicke auf die Befunde von Schmidt wird man annehmen dürfen, daß die gesteigerte Dynamik der Luftmassen, die atmosphärischen Störungen, welche den Wetterumschlag bewirkten, ebenfalls zur Bildung von Luftwogen und dementsprechend gesteigerten Druckwellen Veranlassung gaben. Möglich, daß diese an den fraglichen Tagen, am 21. und 23., intensiver auftraten und insoferne für das körperliche Befinden in Betracht kamen, als damit nach der oben vertretenen Auffassung auch stärkere Schwankungen der Luftelektrizität, der Leitfähigkeit, einhergingen. Einflüsse dieser Art können aber immer nur akzidentelle, auslösende sein; sie treten weit gegenüber jenen zurück, welche, wie hohe Außentemperatur, große Luftfeuchtigkeit, wesentliche Mehranforderungen an den Organismus bei Arbeit stellen und störend auf die Wärmeregulation des marschierenden Soldaten einwirken.[1]

Die Luftbewegung, der Wind, ist in mehrfacher Richtung für das körperliche Befinden von Bedeutung, wobei die Einflüsse einerseits günstige sind, andererseits die Leistungsfähigkeit mindern; außerdem kann der Wind solche Bedingungen schaffen, die, wie Staub, Schneetreiben, besondere Störungen veranlassen.

Mäßiger (trockener) Wind wirkt vor allem fördernd auf die Wärmeregulation und ist namentlich dann wichtig, wenn die Kühlung des Körpers, wie bei schwülem Wetter, infolge hoher Außentemperatur und Luftfeuchtigkeit eine ungenügende wird. Die Transpiration, beziehungsweise Verdampfung kann jedoch nur eine nachhaltige sein, wenn sie an der Haut selbst und allmählich erfolgt. Starker Wind steigert zwar, wie u. a. Zuntz und Schumburg ausgeführt haben, die Verdampfung des bereits sezernierten Wassers; aber gerade durch die schnelle Verdunstung, den energischen Luftwechsel, auch

---

[1] Betreffend den möglichen Einfluß von Schwankungen des elektrischen Zustandes der Atmosphäre auf die Funktionen des Organismus seien hier noch die folgenden Angaben nachgetragen.

So hat schon im Jahre 1912 der französische Marinearzt M. Belile auf eine in mehrfacher Richtung interessante Schädigung der Augen sowie der Haut durch die Wirkung der elektrischen Wellen, beziehungsweise der Radiotelegraphie aufmerksam gemacht. Die Störungen, die er beobachtete, glichen jenen, wie sie durch elektrisches Bogenlicht bewirkt werden. Außer Exanthemen an den unbedeckten Hautstellen wie an den Händen und im Gesichte war wiederholt Tachykardie mit schmerzhaften Sensationen in der Herzgegeud zu verzeichnen. Autor warf die Frage auf, ob das Überhandnehmen der Neurasthenie bei den Matrosen der Kriegsschiffe nicht zum Teile vielleicht auf die an Bord zunehmende Verwendung hochgespannter Elektrizität zu beziehen sei. — In einem Rundschreiben (Nürnberger Zeitung vom 29. Oktober 1913) hat ferner C. Abel-Musgrave an die Physiker und Physiologen die Anfrage gerichtet, ob die stetig anwachsende Benützung elektrischer Wellen — abgesehen von ihrem Einflusse auf das Klima und die Wetterlage — nicht mit möglicherweise erst in der Zukunft hervortretenden Schädigungen der organischen Welt und so insbesondere auch mit nachteiligen Einwirkungen auf den Menschen verbunden sei, so daß sich Schutzmaßregeln in größerem Maßstabe empfehlen würden. Wenn hinsichtlich der bisher erfolgten Antworten naturgemäß auch noch keine einheitliche Anschauung zum Ausdrucke kam, so verdienen die vorstehend angeregten Fragen schon wegen ihres praktischen Interesses weitere Beachtung.

in den innersten Schichten der Kleidung, wird bewirkt, daß eine kleinere Schweißmenge zur Abkühlung ausreicht und damit die weitere Funktion der Schweißdrüsen nachläßt. Ebenso befördert trockener Wind die Verdampfung, aber nur in beschränktem Maße die Schweißsekretion; bei geringer Feuchtigkeit sind zwar die Luftmassen in den Kleidern aufnahmsfähiger für den Wasserdampf, die Verdunstung des abgesonderten Schweißes erfolgt rascher, nahe der Hautoberfläche und kühlt darum den Körper viel wirksamer, so daß die Schweißsekretion ebenfalls abnimmt. Bei hoher Luftfeuchtigkeit können auf einem längeren Marsche noch mehrere 1000 *g* Schweiß verdunsten, falls sich das Wasser auf der Oberfläche der Kleider befindet. — Erhöhte Durchlüftung kommt aber nicht nur dem einzelnen Manne, sondern auch ganzen Truppenteilen namentlich dann zugute, wenn in engen Verbänden marchiert werden muß. Der Wind fördert hier gewissermaßen die Wärmeregulation im grossen und beseitigt die mit Wasserdampf, Kohlensäure und anderen Ausdünstungsprodukten geschwängerte Atmosphäre, welche die Truppen bei ruhiger Luft wie eine Aureole umlagert. Mäßiger Wind, kühlende Brisen, wirken als Atemreiz, begünstigen dadurch die Lungenventilation und den Gaswechsel. In diesem Sinne stellt künstliche Luftbewegung, wie Fächeln, auch eines der wichtigsten Mittel zur Kühlung des Körpers, beziehungsweise Behandlung des Hitzschlages dar. So hat schon A. Hiller (1885) gezeigt, daß sich die Körpertemperatur des nackten Menschen bei einer Windgeschwindigkeit von 3 bis 4 *sec/m*, wie man sie leicht durch Fächeln erzeugen kann, um mehrere Grade, beziehungsweise vom pathologischen Werte von 42 auf 37° abkühlen läßt. Die Wirkung wird umso günstiger sein, je größer die exponierte Hautfläche ist; der feuchte, schwitzende Körper wird entsprechend der Verdampfung des Wassers rascher entwärmt als der trockene, weshalb sich Besprengen empfiehlt.

Starker Wind, welcher der Marschrichtung entgegen weht, erleichtert wohl ebenfalls die Inspiration, erschwert aber die Exspiration, da diese gegen erhöhten Druck erfolgt; so entspricht beispielsweise einer Windstärke 5 = 12 *sec/m* ein Winddruck von 12·24 *kg* auf 1 m^2. Bei heftigen Luftströmungen, bei Böen, kann auch die Einatmung, und zwar schon insoferne eine Störung erfahren, als die Nasenflügel dem Septum genähert werden. — Nicht unvermerkt sei, daß der Druck (normal zirka 3 *mm* Hg), die Geschwindigkeit des exspiratorischen Luftstromes am Marsche, noch nicht studiert worden sind. Es schiene wünschenswert, bezügliche Messungen bei gleichzeitig registrierter Windstärke anzustellen wozu sich u. a. das von W. A. Aikin angegebene Instrument empfehlen könnte. Wir beabsichtigten damit gelegentlich selbst Untersuchungen beim Marsche im Gebirge (im Flugzeuge) auszuführen, wobei auch der Einfluß geprüft werden sollte, den die verschiedene Art der Bepackung (Rucksack oder Tornister, Tragen des Gewehres) auf die Arbeit der Respirationsmuskeln, die Atemmechanik nimmt.[1]

Auf den Erhaltungsumsatz des ruhenden Körpers wirkt Wind (A. Durig u. a.) im allgemeinen nur dann steigernd, wenn er mit Abkühlung einhergeht; Muskelzittern erhöht ja den Sauerstoffverbrauch. Daß der Marsch bei starkem Gegenwinde vermehrte Anforderungen an den Stoffwechsel stellt, um den erhöhten Luftwiderstand zu überwinden, bedarf keiner Betonung. Der dazu notwendige Kraftaufwand kann gegebenen Falles ein sehr beträchtlicher sein, ohne daß hierüber durchschnittliche Werte vorliegen. Die bezügliche Mehrleistung wird man umso höher zu veranschlagen haben, wenn die Beschaffenheit des Weges gleichzeitig eine ungünstige ist, so daß die Marscharbeit steigt. Man versteht, daß das letztgenannte Moment gegenüber dem mechanischen Einflusse mäßiger Luftströmungen weitaus überwiegt; länger dauernder Kampf mit heftigen Winden, mit Böen, wirkt aber an sich erschöpfend, namentlich dann, wenn die Luft extrem temperiert oder, wie durch Staub, Schnee verunreinigt ist. Ersterer schädigt noch in besonderer Weise die Respirationstätigkeit, indem er im reflektorischen Wege zu Bronchospasmus und damit Verkleinerung der Vitalkapazität Veranlassung

---

[1] Erschwerend in dieser Richtung wirkt auch der Karabiner des Kavalleristen, der schräg über die Brust umgeschnallt wird. Wir wollten damals Veranlassung nehmen, diesen Effekt zahlenmäßig festzustellen, was leider durch den Krieg verhindert worden ist. — Bei feldmäßiger Ausrüstung kann die Vitalkapazität nach Märschen um 300 bis 500 Kubikzentimenter abnehmen. Unzweckmäßige Belastung (Packung) steigert übrigens auch die Körpertemperatur.

gibt. Ist dieser Vorgang nun auch als eine der Schutzvorrichtungen des Organismus gegen das Eindringen von Fremdkörpern, beziehungsweise von staubförmigen Teilchen in die Luftwege anzusehen,[1] so wirkt die Kontraktion der Bronchiolen, wenn sie große Partien der Lunge betrifft, ungünstig auf die Ventilation und die Atemarbeit. »Man begreift,« schreibt Zuntz in Rücksicht auf die von Francois-Franck, Einthoven u. a. studierten Reflexe, »warum wir in einer reinen Atmosphäre so leicht unsere Brust dehnen können, während andererseits, wenn die Luft durch Staub, durch Beimengung gewisser Gase sowie wegen ihrer Temperatur reizend auf die Nasenschleimhaut wirkt, Oppression eintritt«. — Auch den Augen wird der staubige Wind der Kalkstraßen nachteilig und bedingt eine gesteigerte Innervation der Lider. Inwieweit durch den Staub die Licht- und Wärmestrahlung beeinflußt, beziehungsweise gemildert wird, ist noch nicht untersucht worden. Auch dieser Frage wäre noch experimentell näher zu treten. Es kann keinem Zweifel unterliegen, daß das direkte Licht eine Schwächung erfahren muß; wie sich das diffuse, auch rücksichtlich seiner Aktinität verhält, läßt sich nicht ohne weiteres voraussagen. Jedenfalls wird der bereits als Schichte auf der Haut niedergeschlagene Staub die Reflexion steigern und dadurch die Intensität der Strahlenwirkung verringern.

Wie bemerkt, herrschte während der Zeit vom 15. bis 26. August, beziehungsweise während der Manöver eine nur mäßige Luftströmung (von einer mittleren Stärke 2, entsprechend 4 *sec/m*), gerade geeignet, die Wärmeregulation am Marsche durch erhöhte Ventilation und Verdampfung in zweckentsprechender Weise zu fördern. Dabei war auch die relative Feuchtigkeit im Durchschnitte eine solche, die als günstig anzusehen ist. Sie betrug nach den Tagesmitteln aus Maximum-Minimum im Gelände rund 60 %, an der Küste 67 %, und zwar sowohl beim Vorherrschen südöstlicher Luftströmungen, wie während der Manöver, als auch beim Bestehen nordwestlicher Winde, wie in der Vorperiode und nach den Übungen. Ebenso zeigen die bezüglichen Mittel aus den Terminablesungen, 69 %, 66 %, 67 %, die Konstanz eines relativ trockenen Wetters an. Unangenehm schwül war es nur am Abende des 22. August in Benkovac bei einer Bewölkung von Cu_5 sowie am Morgen des 25. August vor dem Gewitter bei umzogenem Firmamente. Die Extreme betrugen in der Zeit vom 15. bis 31. August für Zara 42 % und 85 %, nach unseren Bestimmungen während der Manövertage 32 % und 80 %; sie differierten mithin um rund 45 %. Die größte mittlere Luftfeuchtigkeit fiel auf den 25. August, den Tag mit dem schweren Gewitter, an welchem sie sich nach dem Durchschnitte der Termine für Zara auf 77 %, nach dem Mittel aus Maximum und Minimum für den gleichen Ort auf 75 % und nach unseren eigenen Beobachtungen im Gelände auf 67 %, also etwas niederer stellte. Die Dampfsättigung war nämlich daselbst nach der Aufheiterung auf 53 % (um zirka 3^h p. m.) gesunken, um erst nach Sonnenuntergang gegen 80 % anzusteigen. — Nur vorübergehend, wie am 17. August um die Mittagszeit, am 24. während der Nachmittagsstunden, wehte stärkerer und dabei trockener Wind (NW) wobei Intensitäten von 4·5 bis 6·5 (entsprechend 45 *sec/m*) notiert wurden. Am 25., dem Gewittertage, machten sich in den Morgenstunden bei hoher Luftfeuchtigkeit Böen aus WSW geltend, deren Stöße die Windstärke 6 erreichten.

Bekanntlich führt die Sonnenstrahlung namentlich um die Mittagszeit zu einer starken Erwärmung des Bodens und gibt dadurch zur Bildung lokaler Vertikalströmungen Veranlassung. Wiederholt konnten wir während des Marsches Staubwolken von der Straße sich erheben sehen, wie sie durch solche aufsteigende Luftwirbel bewirkt werden; wechselnde Sonnenbedeckung ist bezüglichen Vorgängen günstig. Doch abgesehen von der Luftströmung wird auf trockenem Terrain schon durch den Marsch an sich Staub entwickelt, welcher die Kolonnen selbst bei windstillem Wetter umhüllt und diese oft auf weite Distanzen kenntlich macht. Der die Respirationsluft erfüllende Staub steigert — um nochmals darauf zurückzukommen — die Atemarbeit, reizt die Schleimhaut der Nase, der Bronchien,

[1] Infolge der durch den Bronchialkrampf bewirkten Verengerung dürften kleine Staubteilchen auch leichter an der die Wand überziehenden Schleimhaut haften, von wo sie durch die Flimmerbewegung mit dem durch den Reiz vermehrten Sekrete nach außen befördert werden.

der Augen, so daß der Marsch auf einer ebenen Kalkstraße anstrengender sein kann als die Fortbewegung bei mäßiger Steigung auf staubfreien Wegen. Konjunktivitis bildet demgemäß eine der häufigsten Klagen, namentlich bei Reservisten, ebenso stellen sich Heiserkeit und Katarrhe der oberen Luftwege ein. Der auf die Haut sich lagernde Staub beeinträchtigt auch die Verdampfung des Schweißes und behindert die Transpiration durch die Kleiderstoffe.

Während der Nächte in den Freilagern, wie bei Zemonico inferiore (S. Katerina), bei Polešnik war es fast windstill, so daß die relativ niedere Lufttemperatur, rund 20·5°, gegenüber zirka 31° um die Mittagszeit, nicht als Kälte empfunden wurde, sondern behaglich war. Erkrankungen, Bronchitis, Pneumonie, wie sie sonst auf ein nächtliches Erkältungsmoment bezogen werden können, kamen bei der Brigade nicht vor. Verfasser selbst litt jedoch an einer ausgesprochenen Laryngo-Tracheitis mit Fieberbewegung am 23. und 24. August. — Wohl infolge starker Ausstrahlung von der Erde bei klarem Himmel wurde am Morgen des 24. August Tau am Plateau von Ljubičice beobachtet. Wir hatten kein Maximum-Minimum-Thermometer mit, wodurch sich die Temperatur während der Nacht, beziehungsweise der Freilager, noch näher hätte beurteilen lassen.

Im Gegensatze zu den milden Nächten im Manövergelände machte sich das Absinken der Temperatur gelegentlich der am 31. August und am 1. September unternommenen Fahrt von Sinj nach Livno (vergleiche Tabelle) umso fühlbarer, als wir uns in den Vorwochen an das warme Klima gewöhnt hatten. So fror ich bei Überschreitung der Paßhöhe von Han Vaganj (zirka 1200 *m*) empfindlich, als die Temperatur in der Zeit zwischen 6 und 7^h p. m. auf 15°. am 31. August, beziehungsweise auf 12° am 1. September gesunken war und beidemal Nordwind herrschte. Die bezüglichen Beobachtungen zeigen auch deutlich die Abnahme der Temperatur mit steigender Meereserhebung, indem sich für die genannte Zeit im Meeresniveau eine Temperatur im Mittel von 28° ergab. Am Abende des 31. August war der Himmel größtenteils bedeckt, am Abende des 1. September klar. Gegenüber den damals auf der Paßhöhe notierten 12° verzeichneten wir in Sinj um Mitternacht 19° bei ruhiger Luft.

Es dürfte nicht unangebracht sein, unsere Beobachtungen noch in anderer Richtung zu besprechen, indem wir sie mit den meteorologischen Bedingungen vergleichen, die während des Sommers jenseits der Alpen, beziehungsweise in Wien bestanden.[1] Wiederholt hört man ja die Fragen: Wie groß ist denn die Hitze in Dalmatien? Kann man es daselbst im Juli oder August aushalten? u. a., so daß bezügliche Daten umsomehr Interesse beanspruchen können, als der Sommer des Jahres 1911 bekanntlich ein selten warmer und trockener war.

Im besonderen dauerte die »Hitzeperiode« (Hochdruck und Trockenheit der Atmosphäre) vom 18. Juli mit kleinen Unterbrechungen bis Ende August; sie umfaßt also noch die Zeit, während welcher wir in Dalmatien eingerückt waren, wenn auch die maximalen Temperaturen schon in den Juli, also vor die Periode der Landungsmanöver fallen. Was diesen ersten Abschnitt der »Hitzwelle« im Juli betrifft, so wurden am 26. d. M. 2^h p. m. als höchste Temperatur während der Termine 30·8°, als Tagesmittel 26·9° festgestellt, wovon der letztgenannte Wert um 6·7° das 125jährige Mittel übertrifft; der entsprechende Wert der relativen Feuchtigkeit betrug 57%; als absolutes Monatsmaximum der Lufttemperatur ergaben sich 31·2° am 28. Juli. Die höchste Strahlungstemperatur in Wien war 58·3°.[2] Wie man sieht, erhebt sich keines der Wiener Maxima über die von uns während der Augustperiode in Dalmatien beobachteten Werte; wir fanden ja (s. o.) Lufttemperaturen bis zu 35° und Strahlungsgrößen bis zu 65°.

Näher interessiert uns hier der Vergleich mit den während der zweiten Hälfte August in Wien beobachteten Verhältnissen. Für die Zeit vom 15. bis 26. August, den Ritt der II. Eskadron der B. D.

[1] Die bezüglichen Daten sind dem Anzeiger der k. k. Zentralanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus in Wien für 1911 entnommen.

[2] Das entsprechende Monatsmittel des Juli betrug 21·2°.

L. S. von Sinj nach Zara sowie die Landungsmanöver daselbst betreffend, ergeben sich als Tagesmittel der Lufttemperatur 20·2°, der Strahlungstemperatur 50·3° und der relativen Feuchtigkeit 65%[1]. Die höchste Temperatur während der Termine fällt auf den 20. August mit 28·5°; an diesem Tage wurde auch die größte Trockenheit im Monat, dem Werte von 24% relativer Feuchtigkeit entsprechend, beobachtet. Für Zara lauten, die gleiche Periode betreffend, die korrespondierenden Werte (nach den amtlichen Daten) wie folgt: Tagesmittel der Lufttemperatur: 24·4°, der relativen Feuchtigkeit: 66·1%; die höchste Temperatur während der entsprechenden Termine fällt auf den 23. August mit 29·8°, die größte Trockenheit jedoch mit 42·0% auf den 17. August bei einer mittleren Bewölkung von 5·6. In Wien waren somit auch im August die Luftwärme geringer als an der Seeküste von Zara,[2] die Feuchtigkeit, von den Extremen abgesehen, annähernd gleich.

Zur weiteren Beurteilung der Relationen während der Landungsmanöver haben wir in der folgenden Tabelle noch die Maxima der Lufttemperatur, Strahlung und Feuchtigkeit für das Manövergelände, Zara und Wien zusammengestellt, wenn auch die betreffenden Daten nicht vollkommen gleichwertig sind. Während sich nämlich die entsprechenden Größen der Lufttemperatur auf die Angaben des Maximalthermometers, jene der Sonnenstrahlung sowie der Feuchtigkeit auf die regelmäßig vorgenommenen (dreimaligen oder 24stündlichen) Terminablesungen an den genannten Orten beziehen, stellen unsere Werte die Maxima aus Beobachtungen dar, die zu verschiedenen Zeiten und in ungleicher Zahl gewonnen wurden. Immerhin aber dürfen unsere Maxima mit Rücksicht darauf, daß von der Mittagszeit stets mehrere Beobachtungen vorliegen, kaum wesentlich von dem wahren Verhalten abweichen und dadurch mit den Werten von Zara und Wien vergleichbar sein. Wo die Zahl der Beobachtungen eine ungenügende war, ist dies durch * vermerkt, beziehungsweise der betreffende Wert nicht in das Mittel einbezogen worden.

Datum August 1911	Maxima der Lufttemperatur in Celsiusgraden			Maxima der Strahlungstemperatur in Celsiusgraden		Rubnersche Zahl		Maxima und Minima der relativen Feuchtigkeit in Prozenten		
	Manövergelände	Zara	Wien	Manövergelände	Wien	Manövergelände	Wien	Manövergelände	Zara	Wien
20.	28·0	29·4	28·5	*	55·6	—	42·1	76—62	79—62	97—24
21.	30·5	29·8	27·2	55·0	56·2	42·8	41·7	70—59	75—64	95—51
22.	31·0	30·6	27·6	52·0	56·7	41·5	42·2	61—35	65—50	90—44
23.	35·0	31·4	28·0	58·0	52·8	46·5	40·4	62—32	67—49	95—40
24.	34·0	29·2	24·4	53·0	53·8	43·5	39·1	65—57	67—61	95—60
25.	25·7*	27·8	22·8	52·0	47·7	38·9	35·3	80—53	83—66	98—56
26.	28·1	29·0	23·0	51·5	50·3	40·8	36·7	73—58	84—58	95—61
Mittel	33·1	29·5	25·9	53·6	53·2	42·3	39·6	60·0	66·7	72·1

Betrachtet man die Mittel der Maxima in unserer Tabelle, so ergibt sich, daß die Lufttemperatur im Manövergelände um rund 7° höher, die Atmosphäre daselbst um rund 12% trockener war als in Wien. Hinsichtlich der kalorischen Strahlung zeigte sich keine wesentliche Differenz. Zu berücksichtigen ist hiebei allerdings, daß die im Manövergelände beobachteten Maxima nicht immer bei vollkommen freier Sonne und klarem Himmel bestimmt werden konnten. Zumeist war dieselbe, wie

[1] Die entsprechenden Mittel für den ganzen Monat (Wien) lauten: 20·8°, 52·5° und 64%.

[2] Die Tagesblätter meldeten damals für Wien in der Zeit vom 22. bis 24. August Schattentemperaturen bis zu 32° C.

namentlich am 23. August zur Zeit der entsprechenden Messung getrübt oder es bestanden Wolkennetze in der Umgebung der Sonne; nur das am 24. erhobene Maximum wurde bei S_4 festgestellt. — Es unterliegt wohl keinem Zweifel, daß auch die Maxima im Manövergelände ein höheres Niveau als in Wien erreicht haben würden, wenn die bezüglichen Beobachtungen stets zur Zeit freier Sonne hätten angestellt werden können und der HImmel, wie während unseres Aufenthaltes in Sinj, unbedeckt gewesen wäre. Werte von 60° und darüber, wie wir sie dort fanden, dürften jedoch kaum bestanden haben, da die Bewölkung auch um die Mittagszeit — vergleiche den 21., 22. und 23. August — meist eine ausgiebige war; nur am 20., weniger am 24. sowie namentlich am 25. nach dem Gewitter waren die Bedingungen in dieser Richtung günstiger.

In praktischer Beziehung hatte die, wie schon bemerkt, wiederholt stärkere Bewölkung, welche zeitweise auch die Sonne betraf, ihr Gutes, indem sie die Heizwirkung dieser sowie die Rückstrahlung vom Boden milderte, was für die marschierenden Truppen von Vorteil war. Immerhin aber stellen sich die Maxima der Rubnerschen Werte — im Mittel rund 42° — wie sie sich gelegentlich im Manövergelände realisiert fanden, hoch genug, um erkennen zu lassen, daß die Wärmezufuhr von außen vorübergehend eine beträchtliche war. Auch am Ritte der II. Eskadron von Sinj nach Zara vom 9. bis 12. August hatten wir nur zeitweise unter den Strahlen der Sonne zu leiden; wiederholt blieb dieselbe auf Stunden hinter mächtigen Wolkenmassen verborgen.

Der mittlere Grad der Bewölkung der in Betracht kommenden Tage für Zara war 3 (min. 1·6, max. 5·6); für Wien 7^{0-1}. Die Sonnenscheindauer betrug in der Zeit vom 20.—26. August im Mittel 7·5 (max. 11) Stunden, wobei der 25. die größte Bedeckung aufwies; an diesem Tage wurde daselbst als Maximum der Strahlungstemperatur auch nur 47·7° beobachtet.

Was die Luftbewegung in Wien anlangt, so war die mittlere Windstärke etwas größer als durchschnittlich im Manövergelände. Sie betrug für die Zeit vom 20. bis 26. August rund 3 bis 4 der Beaufortschen Skala, also etwa 7·5 *sec/m* (27 *km/St*). Die Windrichtung war im allgemeinen NNW, nur am 21. bestand ESE von annähernd der gleichen Stärke. Auch mit Rücksicht auf diesen Faktor waren mithin die Bedingungen günstiger als in Dalmatien.

5. Belichtung.

Wir gelangen nunmehr zum Verhalten der Lichtintensität, die als klimatischer Faktor noch wenig berücksichtigt wurde. Erst in letzterer Zeit, im Zusammenhange mit den Studien der Heliotherapie, fängt man an, der Belichtung im Freien nähere Aufmerksamkeit zu schenken. In seiner Bedeutung für den marschierenden Soldaten ist das Licht noch nicht gewürdigt worden; Daten, die während des Marsches gesammelt wurden, fehlen bisher. Die Kenntnis der Licht- ergänzt jene der Wärmestrahlung. Im allgemeinen gehen beide parallel, sie werden in ihrer Wirkung durch gleiche Faktoren, wie Sonnenstand, Druck, Feuchtigkeit, Trübung der Atmosphäre, Bewölkung, jedoch in verschiedenem Grade beeinflußt. — Die Intensität des kurzwelligen Lichtes erreicht ihren größten täglichen Wert um oder gegen 12^h, also noch vor jener der kalorischen Strahlung. Was die Wetterlage und Jahreszeit anlangt, so erfährt die Licht- ebenso wie die Wärmestrahlung im Sommer die geringste, im Winter die größte Abschwächung.

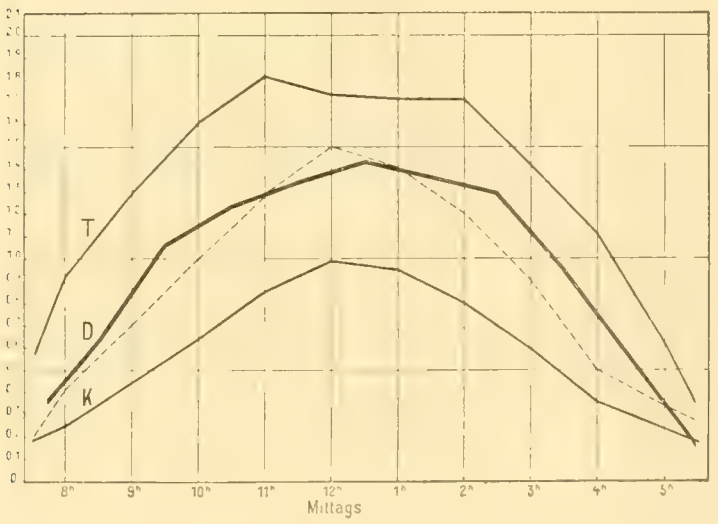
Die Messung der Lichtintensität wurde, wie schon einleitend bemerkt, mit Hilfe der chemisch subjektiven Methode, das heißt Verwendung von Chlorsilberpapier nach Bunsen-Eder ausgeführt. Wenn dieses Verfahren auch den Anforderungen der modernen Lichtmessung nicht mehr voll genügt, indem wir gegenwärtig den Schwerpunkt auf absolute Bestimmungen legen müssen, so gestattet dasselbe nichtsdestoweniger, Relationen zu ermitteln, die für die Beurteilung der Intensität der Lichtstrahlung an verschiedenen Orten wertvoll sind und innerhalb gewisser Grenzen auch einen Rückschluß auf die

Energetik der Strahlung ermöglichen. Eine andere Methode der Lichtmessung kam übrigens unter den gegebenen Umständen nicht in Frage.

In Fig. 5 gebe ich zunächst eine Kurve (*D*) des täglichen Ganges der Gesamtlichtintensität (*Ig*), die nach den in der Zeit vom 7. August bis 2. September gemachten Beobachtungen konstruiert wurde. Wir verzichten auf eine gesonderte Darstellung des direkten (*Is*) und diffusen Lichtes (*Id*), indem dies hier zu weit führen würde. Zur Entwicklung der Kurve *D* wurden nur die Mittel aus solchen Werten benützt, welche bei freier Sonne (S_1) bestimmt worden waren; der übrigen Wetterlage entsprechend, vereinigt sie Intensitäten bei sonst bedecktem und bei vollkommen heiterem Himmel. Wenn auch in dieser Darstellung für die einzelnen Stunden nicht immer die gleiche Zahl von Daten verwendet werden konnte, so ergab sich bezüglich der hohen Sonnenstände eine so gute Übereinstimmung der gemessenen Werte, beziehungsweise eine solche Konstanz in der Größenordnung derselben, daß die Kurve in der Tat eine richtige Darstellung des Ganges der Lichtintensität an einem August-»Sonnentage« in Dalmatien bilden dürfte.

Wie man sieht, bewegt sich die Intensität des Gesamtlichtes in der Zeit von 11^h vormittags bis 3^h nachmittags annähernd um den Wert von 1·2 B. E., um während der Mittagsstunden entsprechend einer Sonnenhöhe von 55 bis 63° die Größe von 1·3 zu überschreiten. Wiederholt wurden, und zwar sowohl bei vollkommen heiterem Himmel als auch bei Bewölkung Werte über 1·4 beobachtet. Wenn auch der Gang der Lichtstrahlung in gesetzmäßiger Weise vom Sonnenstande, beziehungsweise der Zenithdistanz sowie von der Seehöhe abhängig ist, so bedingt es der jeweilige Zustand der Atmosphäre, daß die zu einzelnen Tagesstunden bestimmten Größen wesentlich von einander differieren können. Abgesehen von dem Feuchtigkeitsgehalte, der Temperatur und gröberer Trübung der Luftsäule, wie sie insbesondere die unteren Schichten betreffen, kommen (vertikale) Luftströmungen, thermische Oszillationen mit Schlierenbildung der Atmosphäre im Bereiche der oberen Schichten in Betracht, welche die Strahlungsgrößen trotz anscheinend gleicher meteorologischer Bedingungen beeinflussen. Auch in unseren Messungen finden sich demgemäß deutliche Abweichungen. So wurden, um einige Beispiele anzuführen, (bei freier Sonne) in der Zeit von 8 bis 9^h a. m. 0·44 und 0·67, um 10^h a. m. 1·31 und 1·48, um 11^h a. m. 1·19 und 1·49, um 12^h mittags 1·30 und 1·45, um 2^h p. m. 1·30 und 1·46 gemessen. Manche der Differenzen lassen sich ausreichend durch Berücksichtigung der übrigen meteorologischen Faktoren erklären, während andere, wie bemerkt, mit Vorgängen in der oberen Atmosphäre zusammenhängen, die sich der Beobachtung an der Erdoberfläche entziehen. In dieser Richtung darf wohl, um noch einige Daten herauszugreifen, angenommen werden, daß der abnorm niedere Wert von 0·63, wie er am 21. August 10^h a. m. bestimmt wurde, mit dem herrschenden Südwinde, der höheren Feuchtigkeit zusammenhängt, während der Wert 1·48 vom 24. August zu gleicher Stunde bei nördlicher Luftströmung und größerer Trockenheit bestimmt wurde. Daß wir in einem anderen Falle um 11^h 30' a. m. bloß einen Wert von 1·05 fanden, während die Intensität um diese Zeit im Mittel 1·30 betrug, hängt damit zusammen, daß die Sonne von einem Dunstkreise umgeben war. Der abnorm große Wert von 1·57, der am 24. August bei noch niederem Sonnenstande, um 9^h a. m., beobachtet wurde, erscheint aus den übrigen Daten nur insoferne verständlich, als damals die Luft auffallend rein und die Sonnenscheibe (mit dem Rotglase beobachtet) besonders scharf begrenzt war. Klar liegt dagegen die Deutung für den am 25. August mittags bei einer Zenithdistanz von 33° 04' beobachteten Wert von 1·99, aus welchem, wie mit der Beweiskraft eines

Fig. 5.



Experimentes zugleich der Einfluß hervorgeht, den ein ausgiebiger Regen auf die Reinigung der (staub-erfüllten) Luftsäule und dadurch auf die Belichtung nimmt. Ein schweres Frontgewitter,[1] vom Süden anrückend, hatte sich in der Zeit von 7 bis 8^h a. m. entladen und nach erfolgter Aufheiterung, mit einem Temperaturabfalle von zirka 6°, leuchtete die Sonne in neuem Glanze in die erquickte Landschaft. Die Lichtintensität, welche im Miftel unserer Beobachtungen zu dieser Zeit sonst zirka 1·4 betrug, schnellte um 42 %, beziehungsweise auf einen Wert hinauf, wie er im allgemeinen der Hochregion zukommt. Man darf wohl annehmen, daß nach dem Abziehen der Wolken die unteren Schichten der Atmosphäre gereinigt waren, die Luftsäule ein gleichmäßiges Gefüge angenommen hatte, wodurch die kurzwellige Strahlung — wie sie ja vornehmlich durch die benützte Methode gemessen wird — ungehindert passieren konnte. Die Feuchtigkeit mag zur Zeit, als die Lichtintensität festgestellt wurde, zirka 52 % betragen haben. — Als Maxima unserer Messungen seien nochmals die Werte von 1·49 am 24. und 31. August um 11^h (bei 54° 40'), beziehungsweise um 11^h 30' (bei 53° 07' Sonnenhöhe) a. m. angeführt. Beidemale fehlte jegliche Bewölkung; doch können, wie schon bemerkt, gleiche Werte auch bei bedecktem Himmel vorkommen. Das Maßgebende für die Größe des gesamten (*Ig*) sowie des direkten Lichtes (*Is*) und der kalorischen Strahlung ist möglichst klarer Sonnenschein; der Grad der Bewölkung ist vorwiegend für die Intensität der diffusen Strahlung (*Id*), des »Luftlichtes« entscheidend.

Um einen Begriff von der Größenordnung der Gesamtlichtintensität, wie wir sie in Dalmatien beobachtet haben, zu geben, dürfte ein Vergleich mit der Belichtung anderer geographischer Lagen zweckmäßig sein.

In dieser Richtung habe ich zunächst in Fig. 5 jene Kurve »*T*« eingetragen, welche den Gang der Lichtintensität unter den so besonders günstigen Bedingungen der Cañadas (2200 *m*) des Pik de Teyde auf Teneriffa darstellt.[2] Entsprechend dem Umstande, daß die Lichtintensität für eine Erhebung von je 1000 *m* um zirka 0·2 B. E. zunimmt, sehen wir das Niveau der Kurve stark über die Linie »*D*« hinaufgerückt.[3] Schon im Monate April überschreitet daselbst die Lichtintensität der Mittagsstunden regelmäßig den Wert von 1·5, um gelegentlich Maxima von 2·0 und darüber zu erreichen; mehrfach konnte eine Relation von direktem zu diffusem Lichte, *Is* : *Id*, von mehr als 6 festgestellt werden. Infolge der dünneren Atmosphäre ist ja in solchen Höhen — worauf ich hier nicht näher eingehen kann — die Hauptmenge der wirksamen Strahlung direktes Sonnenlicht, die Intensität des diffusen liegt tief unter den entsprechenden Werten.

Die auf Teneriffa bezügliche Kurve »*T*« läßt auch deutlich die sogenannte Mittagsdepression des (kurzwelligen) Lichtes erkennen — eine Erscheinung, die, auch für die langwellige Strahlung, ihrem Wesen nach noch nicht vollständig aufgeklärt ist. In unserer auf Dalmatien bezüglichen Kurve kommt dieselbe nicht zum Ausdrucke, wohl dadurch, daß hier ja Werte vereinigt sind, die zwar bei freier Sonne aber verschiedener Bewölkung bestimmt wurden, während auf den Cañadas stets klarer Himmel herrscht, so daß bezügliche Phänomene ungestört zur Geltung kommen. — Das Maximum unserer Kurve fällt, ebenso wie jenes des Strahlungsthermometers, auf die Zeit von 12^h 30' p. m., also etwas später, als dies (cf. oben) im allgemeinen der Fall ist.

Wie sehr auch der Zustand der hohen Atmosphärenschichten für die Größe der Strahlung, die Lichtintensität maßgebend ist, zeigt insbesondere der Einfluß jener Staub- (Aschen-) Wolken in 10 bis 12 *km* Höhe, welche, ähnlich der Krakatau-katastrophe, dem Ausbruche des Katmai auf Alaska ihre Entstehung verdanken und in ihrer Wirkung zum Teile noch jetzt bemerkbar sind. I. Maurer und C. Dorno haben vor vier Jahren das bezügliche Material, die geographische Verbreitung der

---

[1] Leider war es uns nicht möglich, den selten schönen Aufbau der heranrückenden Wolkenbarre und den weiteren Entwicklungsgang des interessanten Phänomenes im Wege der Photographie festzuhalten.

[2] Bericht der IX. Internationalen Tuberkulosekonferenz, p. 371, Brüssel 1910.

[3] Nach S. Bang (Kommissionsbericht der Internationalen Vereinigung gegen die Tuberkulose, Berlin 1912) kann, wie hier nur nebenbei bemerkt sei, die Zunahme der Intensität der biologisch wirksamen Strahlen — entsprechend dem Bezirke $\lambda = 360$ bis 340 $\mu\mu$, beziehungsweise 300 bis 292 $\mu\mu$ — innerhalb des Niveaus von 2000—3000 *m* unter günstigen Umständen (Sommer) gelegentlich 30 % betragen.

atmosphärisch-optischen Störung des Jahres 1912/13 zusammengestellt, die sowohl in einer Depression der aktionometrischen Werte, in Veränderungen der Polarisation, wie auch im Verhalten der Luftelektrizität — gesteigertes Potentialgefälle, verringerte Leitfähigkeit — zum Ausdrucke kommt. Für Davos sind die bezüglichen Beobachtungen von C. Dorno ausgeführt worden, die, was die kalorische Intensität der Sonnenstrahlung betrifft, Abweichungen im Mittel von 4·3 % sowie eine deutliche Verkleinerung des Quotienten Is : Id ergaben. Die Abstände des Aragopunktes vom Gegenpunkte der Sonne waren größer, jene des Babinetpunktes kleiner als unter normalen Bedingungen.[1] — Dem Auge nicht erkennbare Trübungen, wie bei blauem, scheinbar klarem Himmel können mithin die Strahlung merklich herabdrücken.

Gab die Kurve »*T*« ein Beispiel extrem starker Belichtung, so sei die Insolation von Dalmatien noch mit jener Belichtung verglichen, die diesseits der Alpen, beziehungsweise für Kremsmünster Geltung hat. Wenn auch für Wien auf Grund der langjährigen Studien von I. v. Wiesner genaue Daten vorliegen, so erscheint es doch richtiger, die in Dalmatien angestellten Beobachtungen mit solchen von Kremsmünster in Beziehung zu bringen, da Wien infolge der Rauch- und Staubatmosphäre der Großstadt sein besonderes Lichtklima hat. Von Kremsmünster (48° 3' n. Br., 0° 56·5' ö. L., Seehöhe 384 *m*) liegen nämlich eingehende Messungen der Lichtintensität vor, die P. F. Schwab vom Jahre 1897 bis 1902 angestellt und deren Ergebnisse er nach vielen Gesichtspunkten hin gruppiert hat.[2] In der Fig. 5 findet man zwei weitere Kurven (*K* sowie die gestrichelte Linie) eingezeichnet, welche die bezüglichen Verhältnisse während des Monates August erläutern; der Gang der Lichtintensität ist nach den stündlichen Monatsmitteln von Schwab konstruiert. Die eine — gestrichelte — Kurve bewegt sich annähernd in der Größenordnung unserer Beobachtungen aus Dalmatien; ihr Maximum um 12^h : 1·5 B. E. überschreitet sogar unsere bezüglichen Mittel, beziehungsweise erreicht fast das Maximum unserer Termine. Der dieser Kurve entsprechende Gang der Lichtintensität stellt jedoch für Kremsmünster eine Ausnahme dar. Die Werte (Mittel) beziehen sich nämlich ausschließlich auf heiteres Wetter und das Jahr 1897, welches in dieser Richtung besonders günstig war. In den folgenden fünf Jahren lagen für den August die Mittagswerte der Mittel selbst bei klarem Wetter und Sonnenschein wesentlich tiefer; rund bei 1·15. Noch größer wird der Unterschied gegenüber der Lichtintensität in Dalmatien, wenn man deren Gang mit der Kurve *K* vergleicht, welche die stündlichen Monatsmittel wieder vom August 1897, jedoch ohne Rücksicht auf die jeweilige Himmelsbedeckung vereinigt. Die Belichtung stellt sich danach deutlich niedriger dar, als wir sie im Jahre 1911 in Dalmatien fanden; die Werte um die Mittagszeit bewegen sich, wie man sieht, nur mehr knapp am Niveau von 1·0. Die Belichtung von Kremsmünster im August der folgenden fünf Jahre liegt, wie schon aus den genannten Mittags(Maximal)werten bei freier Sonne hervorgeht (1·15), noch ungünstiger, indem das Monatsmittel sämtlicher Tagesmaxima bloß 0·98 beträgt und die Mittel aller Tage des Monates um 12^h zwischen den Werten 0·70 und 0·95 B. E. schwanken.

Für die Insolation ist nicht die Größe von Maximalwerten, sondern vielmehr die Konstanz hoher Werte maßgebend. Vereinzelt können solche, wie Größen über 1·5 bei günstiger Beschaffenheit der Luftsäule da und dort beobachtet werden. So fand F. Schwab ausnahmsweise im Jänner und Juli 1·6 und als höchsten Lichtwert innerhalb von 10 Jahren 1·8 B. E., also die gleiche Größe, welche E. Rübel am Bernina-Hospize in der Seehöhe von 2.300 *m* als Maximum der daselbst gemessenen Intensitäten bestimmte. Solche Werte sind aber, wie gesagt, nicht für das Lichtklima einer geographischen Breite bezeichnend. Es kommt auf das Niveau der gesamten stündlichen Intensitäten an, und in dieser Richtung fanden wir um die Mittagszeit Größen von 1·3 bis 1·4, und zwar nicht bloß vereinzelt, sondern fast regelmäßig, sowohl an heiteren, wie an verschieden bewölkten (Cu_2 bis Cu_7)

---

[1] Des genaueren vergleiche die Arbeit von I. Maurer und C. Dorno in Meteorologische Zeitschrift, Heft 2, p. 43, 1914. — Wie C. Dorno betont, gibt die Vergleichung der relativen Helligkeit des atmosphärischen und des Protuberanz-Spektrums ein einfaches und wirksames Mittel, um atmosphärische Trübungen irgend welcher Art, wie im besonderen auch die ersten Anfänge von Cirrusbildung in der Umgebung der Sonne nachzuweisen.

[2] Über das photochemische Klima von Kremsmünster. Denkschriften der k. Akademie der Wissenschaften in Wien, (M.-N. Kl.), Bd. 74, 1904.

Tagen, beziehungsweise Stunden. — Die mittägliche Lichtintensität des dalmatinischen Küstengebietes dürfte (bei heiterem Wetter) um etwa 0·25 B. E. oder rund 22% höher liegen als an der nördlichen Abdachung unserer Kalkalpen.

Schon in Rücksicht auf die Stärke der Strahlung erscheint sonach die Insolation von Dalmatien größer als jene nördlich der Alpen, beziehungsweise von Kremsmünster. Für die Beurteilung des Lichtklimas ist aber nicht bloß die Intensität der Strahlung, sondern die gleichzeitige Dauer des Sonnenscheines und damit der Grad der Himmelsbedeckung maßgebend, Faktoren, wie sie mit der Stärke der Strahlung vereinigt, in der »Lichtsumme« zum Ausdrucke kommen. Entscheidend für die Größe derselben sowie für das Gesamtlicht (die kalorische Strahlung) ist freie Sonne; die Wolken beeinflussen unter dieser Bedingung vor allem die Stärke und Aktinität des diffusen Lichtes.

Meine Daten reichen nicht hin, um Lichtsummen[1] für Dalmatien auszurechnen; nichtsdestoweniger ist auch bezüglich dieser Größen eine genügende Beurteilung möglich. Da die Belichtung bei Bewölkung im allgemeinen kleiner ist als bei klarem Himmel, unsere Kurve jedoch nur solche Werte vereinigt, die bei freier Sonne bestimmt wurden, so scheint sie zunächst optimalen Verhältnissen zu entsprechen, und dies um so mehr, als der Sommer 1911 im Hinblick auf die bekannte »Hitzeperiode«, den Hochdruck, die geringe Feuchtigkeit, die überwiegend nördlichen Luftströmungen, ein besonders günstiger war. Berücksichtigt man aber, daß, wie langjährige Erfahrung lehrt, der August in Dalmatien stets durch Schönwetter charakterisiert, der Luftdruck bei vorherrschendem Nordwinde hoch, die Tage zumeist sogar vollkommen heiter sind, so wird man unseren Messungen allgemeineren Wert zuschreiben können, und die Kurve nicht eine Ausnahme sondern jene Bedingungen darstellen, mit denen man im Durchschnitte in Dalmatien zu rechnen hat. Die Intensität des »Augustlichtes« dürfte sich um die Mittagszeit in der Tat im Niveau von 1·3 bis 1·4 B. E. bewegen; ebenso wird bezüglich der Lichtsummen keine wesentliche Abweichung von der in Dalmatien ständig herrschenden Insolation anzunehmen sein. Denn auch im Sommer 1911 war dort die Zahl der heiteren Tage keineswegs überwiegend; meist gab es Wolken, die allerdings zeitweise, wie namentlich um die Mittagsstunden die Sonne frei ließen. Für Zara war die Himmelsbedeckung vom 10. bis 15. August 2, vom 15. bis 26. August rund 3·5 bis 4 und dürfte an den Tagen, während wir zu den Manövern ritten (11. bis 23. August), im Durchschnitte 5 bis 6 betragen haben. Ausgesprochen klares Wetter mit tief blauem Himmel bestand nur gegen Ende des Monates und während der ersten Septembertage. — Im Vergleiche zum Nordrande der Alpen ist aber, wie hier nicht näher ausgeführt zu werden braucht, die Wetterlage Dalmatiens ungleich günstiger; die Zahl bedeckter bleibt weit hinter jener heiterer oder wenig bedeckter Tage zurück. Während hier Niederschläge meist fehlen, herrschen nördlich der Alpen oft ausgiebige Regenperioden vor und sonnige Wochen sind selten. So verhält sich für Ischl im Salzkammergute die Zahl der heiteren zu den bedeckten Tagen pro Jahr wie 77·2 : 125·3 u. a., wobei die letzteren vorwiegend auf den Sommer entfallen.[2]

Die Insolation unserer Seeküste erweist sich demnach, sowohl was die Intensität der Strahlung als auch die Dauer derselben und damit die Lichtsummen anlangt, größer als jene diesseits der Alpen. Es ist nur zu bedauern, daß diese Erkenntnis erst so spät in weitere Kreise durchzudringen beginnt und man erst jetzt daran geht, das »Sonnenland« Dalmatien, welches diese Bezeich-

---

[1] Wer sich des näheren für die Definition, die Berechnung der sogenannten Lichtsummen interessiert, sei u. a. auf F. Schwab, l. c. p. 7, sowie E. Rübel, Beiträge zur Kenntnis des photochemischen Klimas der Canaren und des Ozeans, Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich, Bd. 54, p. 303, 1909, verwiesen.

[2] Wie mittlerweile J. v. Hann (Die klimatischen Faktoren vom balneologischen Standpunkte und allgemeine Übersicht über die klimatischen Bezirke Österreichs; Österreichisches Bäderbuch, Wien und Berlin, Urban und Schwarzenberg, p. 46 und 47, 1914) des näheren ausgeführt hat, beträgt, um noch ein Beispiel zu geben, die Zahl der Sonnenscheinstunden pro Jahr für Ischl (47° 43' n. Br.) 1943, für Lussin piccolo (44° 32' n. Br.) 2464. Bezüglich der mittleren Zahl der Tage, an denen um Mittag (zwischen 11^h bis 1^h) die Sonne scheint, besteht dagegen kein wesentlicher Unterschied: 207 für Ischl gegenüber 241 für Lussin piccolo.

nung mit Recht verdient, auch im Sommer aufzusuchen. Manche Ferien hätten dieserart nutzbringend für den Körper verwertet werden können, anstatt sie bei Regen an einem unserer Alpenseen zu vertrauern. Ich habe in diesem Sinne schon vor Jahren an kompetenter Stelle darauf aufmerksam gemacht, wie wünschenswert es wäre, eine besondere Dampferlinie für die Sommermonate einzurichten, welche die reich entwickelte Küste Istriens und Dalmatiens mit seinen Inseln in langsamer Fahrt zu berühren hätte, um dieserart die Möglichkeit zu bieten, das so günstige Klima, die Sonne, die Bäder,[1] voll ausnützen zu können. Erfahrungsgemäß herrscht namentlich im August stets ruhige See, so daß man die Fahrten ungestört genießen kann, während man im Frühjahre, zu welcher Zeit die dalmatinische Küste, ihre Kurorte, bisher zumeist aufgesucht wurden, nicht immer auf seine Rechnung kommt. — Doch dies nur nebenbei.

Die Werte, die wir in Dalmatien beobachten konnten, erscheinen auch insoferne interessant, als sie sich in jener Größenordnung bewegen, welche der Insolation der Hochregion bei freier Sonne entspricht. In dieser Hinsicht sei u. a. wieder auf E. Rübel verwiesen, der im Niveau von 2000 *m*, beziehungsweise am Bernina-Hospize (2309 *m*) für den Monat August des Jahres 1905 als mittägliches Monatsmittel 1·26 B. E., also rund denselben Wert fand, wie er in unserer Kurve zum Ausdrucke kommt. Offenbar bedingt es vor allem die Reinheit der unteren Luftschichten am Meere, daß hier die Strahlung mit solcher Intensität durchdringen kann, wie sie im allgemeinen für die Hochregion charakteristisch ist, ferner, daß thermische Oszillationen und Vertikalströmungen fehlen, die ja bei sonst anscheinend gleichen meteorologischen Bedingungen (gleicher Zenithdistanz) die Lichtwerte merklich beeinflussen können. Am Meere kommt noch die erhöhte Zerstreuung des kurzwelligen Lichtes durch Reflexion hinzu, wodurch die diffuse Strahlung gesteigert wird. Auch auf der See selbst haben wir — vergleiche die Daten vom 6. August an Bord der »Pannonia» — mehrere Bestimmungen der Lichtintensität ausgeführt, von denen jene um $12^h\ 8'$ p. m. bei reiner Sonne 1·32 B. E. (*Is*: 0·86, *Id*: 0·46; Relation beider 1·9) ergab.

Die Feststellung, daß annähernd gleich hohe Lichtwerte im Gebirge einer-, an der See andererseits vorkommen können, ist, nebenbei bemerkt, vom Standpunkte der Helio- sowie der Thalassotherapie wichtig, indem sie lehrt, daß, entgegen der allgemein herrschenden Ansicht, starke Lichtwirkungen nicht nur im Hochgebirge, sondern auch an der Riviera zu realisieren sind, namentlich wenn die Atmosphäre nicht, wie bei feuchter Wetterlage,[2] durch Wasserdampf oder örtlich durch Staub von den Kalkstraßen getrübt ist. Die Pigmentierung des Körpers an der Seeküste tritt mit der gleichen Intensität wie im Gebirge ein. Von besonderem Vorteile erscheint, daß die Totalität der übrigen klimatischen Faktoren dort keine solchen Anforderungen stellt, wie in der Hochregion, der ein geschwächter Organismus nicht immer gewachsen ist. Die Gebirgslagen haben namentlich im Winter ihre Vorzüge; hier steigert der Schnee die Aktinität des Lichtes und die kalorische Strahlung wirkt ausgleichend auf niedere Lufttemperaturen. Wie sehr sich der Körper bei genügender Widerstandskraft dem Klima der Berge an-

---

[1] Um hier einige Daten einzuschalten, so sei bemerkt, daß die Temperatur der Adria während der Badezeit zwischen 20 bis 31° beträgt; je flacher der Strand, desto stärker die Schwankungen. — Für einen nördlichen Punkt der Seeküste, wie Pola, stellt sich die Wassertemperatur nach den in den Jahren 1896 bis 1900 ausgeführten Messungen entsprechend einer Tiefe von 0·75 *m* im August auf 22·0°, im September auf 19·1° bei einer mittleren Luftwärme von 23·4°, beziehungsweise 21·5°. In Zara war ich selbst in der Lage, zwei bezügliche Messungen auszuführen, wovon die eine am 16. August 1^h p. m., 22·6° bei einer Lufttemperatur von 25·15°, die andere am 17. August 4^h p. m. 23·5° bei einer Lufttemperatur von 26·0° ergab. In der Bucht von Cigale auf der Insel Lussin fand ich am 4. September $11^h\ 30'$ a. m., bei S_1, B_0, N_1, in einer Tiefe von 50 *cm* 22·5°; die Luftwärme betrug 26·15°, das Strahlungsthermometer zeigte 53·6°. An der nahe gelegenen Insel Sansego war die Temperatur des Meerwassers in der Zeit von 4 bis 5^h p. m., dicht am seichten Strande 28·4°, zirka 20 *m* vom Ufer 24·5°, annähernd gleich der herrschenden Lufttemperatur.

[2] Bezüglich des Schirokkos, einer ja ebenfalls feuchten Luftströmung, hat mittlerweile J. Furlani (vergl. S. 128) ein besonderes Verhalten feststellen können, das vielleicht mit den niederen Druckwerten zusammenhängt.

passen läßt, lehrt die Erfahrung, daß man sich nach entsprechender Akklimatisation selbst dann nackt im Freien betätigen kann, wenn direkte Besonnung fehlt und der Tag bedeckt ist.

Daß die Sonnenscheindauer der Adria auch jener alpiner Lagen nicht nur nicht nachsteht, sondern diese sogar übertrifft, soll auch in diesem Zusammenhange vermerkt sein. So weisen St. Moritz im Engadin (1770 *m*) 1857, die Palmschoß (1860 *m*) 2043,[1] Pola (0 *m*) 2430 Sonnenscheinstunden im Jahre auf.

Noch mögen weitere Beziehungen betreffend das Lichtklima berührt werden. In dieser Richtung sei zunächst der Relation des direkten (*Is*) zum diffusen (*Id*) Lichte gedacht. Im allgemeinen ist bei höherem Sonnenstande (etwa von 25° an) und heiterem Wetter stets die direkte Strahlung das dominierende Licht. Bei Sonnenauf- und Sonnenuntergang überwiegt jedoch das diffuse Licht die direkte Strahlung. Dies kann aber auch gelegentlich bei hohem Sonnenstande (geringer Zenithdistanz) der Fall sein, wenn die Himmelsbedeckung groß ist, reflektierende Flächen vorhanden sind oder Dunst die Luft erfüllt. Mit Bezug auf die Seehöhe liegt das Verhältnis so, daß die Intensität des diffusen Lichtes mit steigender Meereserhebung ab-, jene der direkten Strahlung zunimmt. Die Größe der Zerstreuung des Lichtes hängt ja von der Luftdichte ab und wird demgemäß — im Gegensatze zum Verhalten der Gesamt- und Sonnenintensität — mit sinkendem Barometerdrucke geringer. Je größer der Gehalt an Wasserdampf, die Verschleierung der Atmosphäre, desto geringer die direkte Strahlung. Sonnenbedeckung bewirkt Abschwächung des gesamten und direkten Lichtes, das diffuse erfährt bei mäßiger Sonnenbedeckung bis zu S_2 eine Steigerung, um dann ebenfalls abzunehmen. Die Bewölkung als solche erhöht durch vermehrte Reflexion die Lichtintensität, wobei die Himmelsrichtung von Einfluß ist u. a. — Um einige bezügliche Relationen anzuführen, beträgt *Is* : *Id* für Kremsmünster bei einer Sonnenhöhe über 35° im allgemeinen 1 bis 1·5; nur vereinzelt erweist sich das direkte Licht zwei- bis dreimal wirksamer als das diffuse. Am Meere ist letzteres stärker als am Lande, so daß der Quotient sinkt. In der Hochregion dagegen überwiegt (bei heiterem Wetter) die direkte Strahlung bedeutend das diffuse Licht, so daß es den drei- bis fünffachen Wert desselben betragen kann. So haben wir selbst — wie schon bemerkt — auf den Cañadas (2200 *m*) bei einer Gesamtintensität von 2·0 B. E. Quotienten von 5 bis 6 feststellen können.

Betrachtet man nach diesen Vorbemerkungen unsere bezüglichen Werte, so lassen dieselben ebenfalls erkennen, daß die direkte Strahlung jene des diffusen Lichtes, und zwar namentlich dann übertrifft, wenn die Gesamtintensität hoch, die Zenithdistanz klein und der Himmel heiter ist. Unter diesen Umständen, bei Gesamtwerten von 1·2 bis 1·4, wie sie zumeist auf die Zeit von 10^h a. m. bis 2^h p. m. entfallen, erwies sich das direkte Licht rund doppelt so stark wie das diffuse. Als Maxima fanden sich in der Stufe von 1·2 ein Quotient von 2·3, in jener von 1·3 ein solcher von 2·9, in jener von 1·4 ein solcher von 3·1, in jener von 1·5 ein solcher von 2·8, in jener von 1·6 ein solcher von 3·3, endlich, entsprechend jener nur einmal bestimmten Gesamtintensität von 2·0 ein solcher von 4·9. Der letztgenannte Wert wurde, wie bereits erwähnt, am 25. August zu Mittag (Sonnenhöhe 56° 56') beobachtet, nachdem ein schweres Gewitter eine ausgiebige Reinigung der schirokkalen Atmosphäre bewirkt hatte. Die Höhe des Quotienten zeigt deutlich den steigernden Einfluß von Niederschlägen auf die Intensität und, bei gleichzeitig klarem Himmel (B_0), im besonderen auf die direkte Strahlung. Hiedurch kann sich gegebenen Falles die Belichtung am Meere zu einer solchen Stärke erheben, wie sie sonst für hohe Gebirgslagen charakteristisch ist. Der bezügliche Wert für Is, 1·652, stellt das absolute Maximum unserer Messungen dar, während das entsprechende diffuse Licht nur 0·335 betrug. Hohe Intensitäten der direkten Strahlung, wie solche von 1·0 bis 1·2, wurden ferner an den wolkenlosen Tagen des 24. und 31. August sowie des 2. September gefunden, wobei dieselben bereits auf die Vormittagsstunden fielen. Es wurde schon bemerkt, daß damals auch die

[1] Mittel aus den während der Jahre 1912 bis 1915 über Veranlassung von A. v. Kutschera angestellten Beobachtungen. Die jährliche Sonnenscheindauer von Davos stellt sich für diese drei Jahre um rund 18 % niedriger.

Gesamtintensität auffallend hoch lag, was wohl mit einer selten günstigen Beschaffenheit der Luftsäule zusammenhing. Der niederste Wert für *Is*, 0·68, wurde, und zwar um die Mittagszeit, am 18. und 21. August (Sonnenhöhe 59°, beziehungsweise 58°) beobachtet, ohne daß stärkere Bewölkung bestanden hätte. — Bei Werten der Gesamtintensität von oder unterhalb 1·0, wie sie ebenfalls noch für eine mittlere Sonnenerhebung gelten, ergaben sich meist Quotienten von 1·5 bis 2·0, während bei niederem Sonnenstande und dementsprechend verringerten Intensitätswerten das direkte und diffuse Licht annähernd gleich waren oder letzteres sogar überwog. Ein deutlicher Einfluß der Bewölkung auf die Größe des Quotienten kommt in unseren Messungen nicht zum Ausdrucke, da diese überwiegend bei freier Sonne, an heiteren Tagen bestimmt wurden und die Himmelsbedeckung meist nur eine geringe war. Im allgemeinen steigern ja Wolken die Zerstreuung, beziehungsweise die Intensität des diffusen Lichtes und drücken demgemäß den Quotienten herab. Nichtsdestoweniger kann aber auch bei ausgesprochener Himmelsbedeckung und dabei geringer Zenithdistanz die direkte Strahlung noch eine kräftige sein. So betrug sie am 12. August zu Mittag bei einer Bewölkung von Cu_{6-7} und einer Gesamtintensität von 1·45 B. E. 1·007, der Quotient 2·3 u. a.

Daß am Meere infolge der erhöhten Zerstreuung[1] das diffuse Licht relativ stärker ist als die direkte Strahlung und demgemäß der Quotient kleiner gefunden wird als am Lande, lassen jene Beobachtungen erkennen, die wir auf der Fahrt nach Dalmatien am 6. August an Bord der »Pannonia« angestellt haben. In Berücksichtigung des Mittels der Werte, die innerhalb der Zeit von 12^h bis 2^h p. m. bestimmt wurden, ergibt sich bei einer Gesamtintensität von 1·025 aus $Is = 0·578$ und $Id = 0·450$, ein Quotient von 1·3, also etwa der halbe Wert jener Relation, wie wir sie im Gelände von Zara um die Mittagszeit feststellen konnten. Die wenigen Werte, welche anläßlich der Rückfahrt auf der Insel Lussin bestimmt wurden, ergaben bei einer Gesamtintensität von 1·3 einen allerdings höheren Quotienten, 2·3, was aber nicht gegen die Gültigkeit von im allgemeinen niederen Quotienten an der See spricht. Hohe Sonnenstände wirken ja ausgleichend auf die Intensitäten des Lichtes, das bei reiner Atmosphäre auch am Meere hohe Werte erreichen kann.

Mit Rücksicht auf das Lichtklima unserer istrianisch-dalmatinischen Küste sei ferner bemerkt, daß wir bereits früher simultan mit W. Schmidt (Pyrheliometer) einige Messungen in der Breite von Pola sowie Triest angestellt haben, die auf die erste Woche April 1911 fallen. Bei freier Sonne ergab sich in der Zeit von 10^h a. m. bis 12^h eine Gesamtintensität von 1·23, die etwas niedriger liegt als das sechsjährige Mittel, welches F. Schwab für den Monat April in Kremsmünster bestimmte. Das diffuse Licht zeigte damals am Meere annähernd die gleiche Intensität, wie die direkte Strahlung, so daß hier jener Einfluß deutlich hervortritt, welchen die starke und dabei elektive Reflexion vom Seespiegel auf die Größe des diffusen Lichtes nimmt.

Daß Bewölkung sowie Schichtung und Schlierenbildung die Lichtintensität schwächen, Sonnenbedeckung die Wirkung der direkten Strahlung aufheben, jene der diffusen steigern kann, ist in Rücksicht auf die Arbeiten von I. v. Wiesner, E. Rübel, C. Dorno, schon bemerkt worden. In der gleichen Weise vermögen auch Nebel und Dunstschichten die Verteilung des Lichtes zu beeinflussen. Als ein Beitrag zur Kenntnis dieser Absorption seien hier Werte notiert, die wir selbst anläßlich unseres Aufenthaltes in Teneriffa zu erheben in der Lage waren. Sie betreffen die Abnahme der Lichtintensität durch die im Frühjahre regelmäßig erscheinenden Passatwolken, wie sie während eines Abstieges von den Cañadas festgestellt werden konnte. Die Höhe dieser Schichte belief sich damals (am 18. April 1910) entsprechend einer oberen Grenze von 1450 *m* und einer unteren von 850 *m* auf 600 *m*. Die Sonne schwand bei Passierung des Nebels oder war nur vorübergehend als heller Fleck kenntlich. Die Lichtintensität oberhalb der Passatwolkenschichte, rund 1·5, ging auf 0·6, 0·4 und mehrmals sogar auf 0·3 herunter. Es wurden also $^1/_2$ bis $^1/_5$ des Gesamtlichtes absorbiert, ein Ergebnis, das mit

[1] Was hiebei einzelne Spektralgebiete anlangt, so sei vermerkt, daß das Ultraviolett entsprechend der Wellenlänge von $\lambda = 320\ \mu\mu$ nahezu dreimal so stark zerstreut, beziehungsweise diffundiert wird als das äußerste sichtbare Licht ($\lambda = 400\ \mu\mu$).

jenem in guter Übereinstimmung steht, welches H. Rübel das Jahr zuvor auf Grund ähnlicher Messungen gewonnen hatte. Man versteht, daß die Wirkung des Nebels mit der Dichte desselben wächst und die Lichtabsorption daher bei gleich dicker Schichte schwanken kann. So fand Rübel eine Abschwächung der Intensität bis auf $^1/_7$ der über der Wolkenbank herrschenden Strahlung. Nur selten kommt man, wie auf Teneriffa, in die Lage, die Höhe von Wolken mit Sicherheit angeben zu können. Zur Bestimmung des Wassergehaltes derselben hatten wir damals keinen instrumentellen Behelf zur Hand. — In welchem Grade Bewölkung sowie der Reflex von der Schneedecke die Verteilung des Lichtes beeinflußt, möge durch einige Daten illustriert sein, die A. Wenger Winter 1910 auf den Cañadas erhoben hat. Wie p. 119 bemerkt, überwiegt bei heiterem Wetter, freier Sonne die direkte Strahlung wesentlich die diffuse, so daß die bezüglichen Quotienten meist groß sind; Zerstreuung des Lichtes erhöht die Intensität der diffusen Strahlung und drückt die Relation $Is:Id$ herab. Während nun Wenger als Mittel mehrerer am 14. und 16. Dezember um die Mittagszeit bei S_4 und B_0 ausgeführter Bestimmungen einen Quotienten von rund 3·0 fand, betrug dieser nach am 1. und 2. Februar zur gleichen Tageszeit, jedoch bei S_{2-3}, $B_{6\cdot5}$ und Schneedecke ausgeführten Messungen 1·5. Das diffuse Licht hatte somit eine Steigerung um 100 % gegenüber dem im Monate Dezember herrschenden Luftlichte erfahren.

Aus den Andeutungen, die bereits früher über den Einfluß der Bewölkung auf die kalorische Strahlung einer-, die Lichtintensität andererseits gemacht wurden, ergibt sich, daß die Relationen derselben selbst bei freier Sonne verschieden sein müssen, wenn auch im allgemeinen beide Faktoren mit der Größe der Sonnenerhebung, der Seehöhe wachsen. Reflexionsvorgänge sind sowohl für die Größe der Lichtintensität als auch der kalorischen Strahlung bestimmend. — Wurden (bei S_4) die Maximalwerte für *Ig* von 1·4 bis 1·5 entsprechend einer — allerdings nur mit dem Schwarzkugelthermometer (vergleiche p. 98) bestimmten — Sonnenstrahlung von 60 bis 65° gefunden, so kamen gleich hohe Lichtintensitäten auch bei einer kalorischen Strahlung von 50° zur Beobachtung. Den Werten von 40 bis 50° entsprach bei freier Sonne meist eine Intensität von 1·2 bis 1·3. Bewölkung, namentlich um die Sonne, drückt die Intensität des Lichtes stärker herab als jene der kalorischen Strahlung, so daß sich bei Himmelsbedeckung Werte von 0·6 bis 1·2 auch entsprechend 50° und solche von 1·3 bis 1·5 auch bei bloß 55 bis 60° fanden. In Sinj, 326 *m* über dem Meere, wurden um die Mittagszeit entsprechend einer Intensität von 1·4 B. E. und 54° 25' Sonnenhöhe 62·5° am Schwarzkugelthermometer notiert.

Noch möge in Kürze eine andere Relation gestreift werden, auf welche sich die in den vorletzten fünf Stäben der Tabelle angegebenen Werte beziehen. Sie betrifft das Verhalten der ultravioletten Strahlung im Vergleiche zum übrigen kurzwelligen Teile des Spektrums, soweit die Intensität desselben mit Hilfe der angewandten Methode bestimmbar ist. Wie schon einleitend bemerkt, wurde Chlorsilberpapier (nach I. M. Eder) benützt, dessen Empfindlichkeit, im Hellblau beginnend, an der Grenze des Ultraviolett, im Gebiete der Linie HK, ihr Maximum erreicht und nahezu das ganze Ultraviolett des Sonnenspektrums betrifft. Mit Hilfe eines entsprechenden Lichtfilters kann das Verfahren indirekt auch zur Messung der ultravioletten Strahlung allein und im besonderen dazu verwendet werden, Aufschlüsse über die Verteilung dieser Strahlen im direkten und diffusen Lichte zu erlangen. Einen geeigneten Filter dieser Art, dessen sich zuerst H. v. Schrötter und A. Wenger bedienten, stellt Aeskulin dar, durch welches das kurzwellige Ende des Spektrums an der Grenze des Ultravioletts, entsprechend einer Wellenlänge von rund $\lambda = 394\cdot5$ abgeschnitten wird. Führt man also zwei Bestimmungen, die eine mit, die andere ohne das Filter, simultan oder knapp hintereinander aus, so kann man aus den Quotienten der bezüglicheu Reaktionszeiten die relative Intensität des ultravioletten Strahlenbezirkes im gesamten, direkten und diffusen Lichte feststellen. Von Interesse ist dabei im besonderen die Stärke der ultravioletten Strahlung des diffusen Lichtes zu jener des direkten Lichtes in Rücksicht auf die Sonnenerhebung sowie die verschiedenen Wetterlagen. Da die Zerstreuung und Beugung des Lichtes umso größer ist, je kleiner die Wellenlänge, so kann schon von vornherein

erwartet werden, daß das U. V. im diffusen Lichte im allgemeinen stärker vertreten ist als im direkten Sonnenlichte. Ähnlich dem Gange des gesamten diffusen in seinem Verhältnisse zum direkten Lichte zeigt auch die ultraviolette Strahlung eine deutliche tägliche Periode in der Art, daß in den Morgen- und Abendstunden das diffuse U. V. jenes im direkten Lichte bedeutend übertrifft, während um die Mittagszeit das direkte U. V. überwiegt. Die ultraviolette Strahlung des Himmelsgewölbes ist selbst an hochgelegenen Stationen (den Cañadas von Teneriffa A. Wenger) in der Regel größer als jene der Sonne. Zunehmende Luftfeuchtigkeit (C. Dorno) steigert die relative Intensität der U. V.-Strahlen; Blau und Violett sind in der Belichtung vor Sonnenaufgang stärker vertreten als während des Tages u. a.

Findet man beispielsweise für die Relation $Is : Id$ bei Anwendung des Filters (also Ausschluß von U. V.) einen Quotienten von 15, ohne Anwendung desselben einen solchen von 5, so besagt das Verhältnis beider, 1 : 3, daß, entsprechend der zweiten Messung, das U. V. dreimal stärker im diffusen Lichte, *Id*, vertreten sein muß, als die weniger brechbaren Strahlen. Beobachtungen dieser Art sind bisher noch nicht in ausreichender Zahl angestellt worden, um die bezüglichen Daten unserer Tabelle allgemeiner bewerten zu können. Sie sollen demgemäß hier nur ohne weitere Interpretation mitgeteilt sein. Im Hinblicke auf die starke Reflexion und Zerstreuung vom Seespiegel wird man annehmen dürfen, daß das diffuse Licht im Litoralgebiete besonders reich an Ultraviolett ist.

Nach unseren Bestimmungen, die unter Benützung einer Glaskuvette mit einer zirka 8 *mm* dicken Schichte einpromilliger Aeskulinlösung ausgeführt wurden, ergab sich — bei heiterem Wetter — zunächst für das Gesamtlicht, daß sich die entsprechenden Werte einerseits bei Einwirkung, andererseits bei Ausschaltung des Ultraviolett wie 8·5 : 1 verhielten; einer Gesamtintensität von rund 0·95 steht eine solche von 0·11 ohne U. V. gegenüber. Was die Verteilung des Ultraviolett im diffusen und direkten Lichte anlangt, so stellte sich die bezügliche Relation nach den beiden hiefür verwertbaren Messungen am Lande (entsprechend dem 30. August bei S_4 und B_0) im Mittel auf 4·4, am Meere (entsprechend dem 6. August bei S_4 und Cu_1) auf 4·6, das heißt also, daß die hochaktinischen U. V.-Strahlen im diffusen Lichte rund 4·5 mal stärker vertreten waren als das Violett[1] — Eine in der ersten Woche April des gleichen Jahres an der istrianischen Küste bei S_4 ausgeführte Beobachtungsreihe (s. p. 120) ergab für das U. V. im diffusen Lichte rund den dreifachen Wert. — Wir hoffen noch an anderer Stelle auf diese Beziehungen zurückzukommen.

Zusammenfassend mag der vorstehende Abschnitt als ein Beitrag zu jenen Bestrebungen betrachtet werden, welche die Schaffung klimatischer Strahlungsbilder bezwecken. In dieser Richtung stehen wir erst am Beginne von Arbeiten, die nicht nur in rein meteorologischer Hinsicht, sondern vor allem auch für die Entwicklung der Heliotherapie von Wichtigkeit sind, wie zuletzt wieder von B. Berliner, J. Dupaigne, A. Helmann, I. Vallot u. a. betont wurde. Allerwärts beginnt man der klimatischen

[1] Annähernd die gleiche Verteilung der ultravioletten Strahlung wie im Sommer am Meere konnte ich übrigens am 1. Jänner 1914 um die Mittagszeit (Sonnenhöhe zirka 19° 10') bei Aflenz (815 *m*) feststellen. Entsprechend Quotienten von 0·72 und 0·89 für $Is : Id$, beziehungsweise 2·5 und 5·0 mit Aeskulinfilter, war das Ultraviolett im diffusen Lichte rund 4·4 mal stärker vertreten als die weniger brechbaren Strahlen. Der Himmel gegen Norden und Nordwesten tiefblau, gegen Süden blaßblau, im Osten milchig getrübt, mäßiger Dunst um die Sonne, da und dort ein vereinzelter Wolkenfetzen. Die Gesamtintensität des Lichtes im Mittel 0·846; die Lufttemperatur 2·4°; am Schwarzkugelthermometer 32.5°. Offenbar führte hier die starke Reflexion von den sonnig bestrahlten Schneeflächen, innerhalb welcher die Messung geschah, eine solche Zerstreuung des ultravioletten Lichtes herbei, wie sie durch Rückstrahlung vom Meere bei einer Gesamtintensität von 0·928 realisiert war. Daß die diffuse Strahlung an jenem Tage in Aflenz eine beträchtliche war, geht auch schon daraus hervor, daß der Quotient $Is : Id$ trotz maximaler Sonnenerhebung unter dem Werte von 1 lag, während am Meere (entsprechend $Is : Id = 1 \cdot 2$) noch ein Überwiegen der direkten Besonnung zum Ausdrucke kam. Das diffuse Licht mußte demgemäß dort eine noch höhere spektrale Aktinität (s. o.) besitzen als in Aflenz. — Betrachtungen dieser Art erscheinen mit Rücksicht auf die Heliotherapie von Belang, indem sie zeigen, daß sich gleichwertige Effekte sowohl an der See wie an Berglehnen erzielen lassen. Das Ultraviolett, welches ja vor allem in physiologischer Richtung von Wichtigkeit scheint, kann hier und dort in gleichem Maße zur Wirkung gelangen. — Ich verweise in diesem Zusammenhange auch auf meinen Aufsatz: Zur Frage der Heliotherapie an der Seeküste. Wiener klinische Wochenschrift, Bd. 27, Nr. 20, p. 655, 1914.

Seite der Sonnenforschung im Anschlusse an die so erfolgreichen Arbeiten von C. Dorno und vielleicht auch an meine bezüglichen Anregungen, erhöhte Aufmerksamkeit zuzuwenden. — Eine erschöpfende Charakteristik des Lichtklimas ist, wie schon einleitend bemerkt, mit Hilfe des benützten Verfahrens allein nicht möglich; es müssen in Zukunft auch die objektiven Methoden herangezogen werden, die, wie das Pyrheliometer, eine Bestimmung der Insolation im energetischen, absoluten Maße gestatten; ebenso verdient das Verhalten der Luftelektrizität besondere Aufmerksamkeit. Für Dalmatien fehlen noch bezügliche Untersuchungen. Im Hinblicke auf den Umstand, daß man im Sommer daselbst mit konstantem Wetter rechnen kann, schiene es vielleicht nicht unangebracht, auch im dortigen Alpengebiete (wie auf der Bjelasnica 2067 *m*, dem Mt. Promina 1143 *m* u. a.) systematische Studien über die Extinktionsgröße der Atmosphäre in verschiedenen Seehöhen anzustellen.[1]

In unserem Zusammenhange beansprucht die Belichtung insoferne Beachtung, als sie einen weiteren klimatischen Faktor darstellt, der ebenso wie die kalorische Strahlung in seinem Einflusse auf den Soldaten zu berücksichtigen ist. — Belichtung erhöht die Anforderungen, die während des Marsches an den Organismus gestellt werden. In dieser Richtung kann es zunächst keinem Zweifel unterliegen, daß das Licht die vitalen Vorgänge, die Atmung, den Kreislauf, mittel- oder unmittelbar beeinflußt, beziehungsweise steigert. Direkt wirkt die Strahlung auf das Gefäßsystem im Sinne der Vasodilation und damit auf die Blutverteilung des gesamten Körpers. Ferner kommen jene Reflexmechanismen in Betracht, die durch den Lichtreiz ausgelöst, die Atemmechanik, und zwar auch in qualitativer Richtung verändern. Auf Grund neuerer Arbeiten von A. Durig, H. v. Schrötter, N. Zuntz sowie im besonderen von I. Lindhard, wissen wir, daß die Erregbarkeit des Atemzentrums, und zwar individuell gesteigert, die alveoläre Ventilation erhöht wird. Aber auch bezüglich des Gaswechsels sind Veränderungen erkennbar. Daß die Kohlensäureausscheidung bei abwechselnder Besonnung und Beschattung schwankt, wurde von C. Wolpert festgestellt. Interessant ist der kürzlich von G. Alexander und A. Révész erbrachte Nachweis, daß optische Sinnesreize[2] mit einer Steigerung des Energiebedarfes im Zentralnervensysteme selbst einhergehen, wobei der Sauerstoffverbrauch stärker zunimmt als die Abgabe der Kohlensäure. Wenn nun auch für die durch das Auge vermittelten Reflexe vor allem die hellen Strahlen maßgebend sein dürften, so erscheint es dermalen bereits sicher, daß auch der kurzwellige Anteil des Spektrums eine Wirkung auf das periphere Nervensystem entfaltet und für die Atemmechanik in Betracht kommt. Möglich, daß die sich bei Insolation in der Papillarschichte der Haut abspielenden Prozesse einen längerdauernden Reiz unterhalten, der im reflektorischen Wege auf die Respiration einwirkt. Ferner wäre an jenen positiven Energiezuwachs zu erinnern, welchen der Körper durch Absorption des Lichtes seitens der Haut sowie des Kapillarblutes erfährt. Hiebei dürften jene Stoffwechselprodukte, welche in der besonnten Haut entstehen (wahrscheinlich aromatische Aminosäuren, Tyrosin, Tryptophan), auch auf entfernte Regionen einwirken, deren Chemismus beeinflussen oder als Reize, wie für das Atemzentrum, die Hirnrinde, in Betracht kommen. So möchte v. Heuss die Schlaflosigkeit nach Besonnung (namentlich im Hochgebirge) mit der Wirkung solcher sauerer Produkte in Beziehung bringen. Ein Zusammenhang der Belichtung und Schweißsekretion erscheint fraglich; jedenfalls wird diese durch den gleichzeitigen Effekt der kalorischen Strahlung

---

[1] Ich kann hier die Bemerkung nicht unterlassen, wie wertvoll es namentlich auch im Hinblicke auf die Bewertung der subjektiven, gegenüber den objektiven Lichtmessungsmethoden gewesen wäre, wenn wir — wie beabsichtigt — simultane Bestimmungen vor, während und nach der am 21. August 1914 für Wien zwischen $12^h\,21'$ bis $2^h\,46'$ (mitteleuropäische Zeit) stattgehabten totalen Sonnenfinsternis hätten anstellen können, umsomehr als damals vollkommen klares Wetter bei reinem, tiefblauem Himmel herrschte. Leider waren wir in diesen Tagen mit den dringendsten Vorbereitungen zum eben bevorstehenden Abmarsche ins Feld beschäftigt, so daß die Messungen unterbleiben mussten. — So günstige atmosphärische Bedingungen dürften in unseren Breiten kaum wieder mit diesem so seltenen Ereignisse zusammentreffen.

[2] Der Effekt intermittierender Lichtreize auf das Auge entspricht nach dem Talbot'schen Gesetze dem Produkte aus der Intensität der Strahlung und dem Bruchteile der Periode, während welcher das Licht einwirkt.

begünstigt. — Was den bekannten Sonnenbrand und die nachfolgende Pigmentierung der Haut[1] anlangt, so konnten wir selbst nachweisen, daß diese Reaktion ausschließlich durch ultraviolettes Licht, und zwar durch jenen Anteil desselben bewirkt wird, dessen Wellenlängen kleiner als 360 $\mu\mu$ sind.

Kommen manche der besprochenen Einflüsse nur bei Insolation des ganzen Körpers in Betracht oder lassen sich solche nur bei durch längere Zeit wirksamer Belichtung nachweisen, so beanspruchen die durch optische Sinnesreize vermittelten Reflexe besondere Beachtung für unseren Gegenstand. Abgesehen von der oft heftigen Reizung der Bindehaut kommen hier namentlich die Blendungserscheinungen in Frage, denen man bei andauernden Märschen auf den weißen Kalkstraßen unserer nördlichen Alpen oder des Karstes ausgesetzt ist. Die konstante Innervation der Lider, beziehungsweise der Irismuskulatur gibt zu neuralgiformen Schmerzen Anlaß, die äußerst störend sind. Im Gegensatze zu der sonst stimulierenden Wirkung des Lichtes auf das Nervensystem, den Seelenzustand, bewirkt grelle Belichtung dieser Art einen ermüdenden Einfluß. Daß die durch den Lichtreiz gesteigerte Hirntätigkeit mit einer Vermehrung des Energieverbrauches im Zentralnervensysteme einhergeht, ist, wie bemerkt, von Alexander und Révécz gezeigt worden. Dieser Mehrbedarf erscheint umso bedeutungsvoller, wenn die Hirnzirkulation, beziehungsweise die Sauerstoffversorgung der nervösen Zentren im Gefolge anstrengender Muskelarbeit, wie bei Märschen im Hochgebirge, an sich schon eine verminderte ist, so daß Ermüdung oder Ausfallsymptome seitens des Hirnes relativ leicht erfolgen können. So erscheint es verständlich, wenn bei greller Besonnung Eingenommenheit des Kopfes, Unlust, Gleichgültigkeit, mangelnde Dispositionsfähigkeit, Schwindel, unsicherer Gang, bereits zu einer Zeit auftreten, zu welcher die Erschöpfung der Stammesmuskulatur noch keineswegs eine hochgradige ist. Starke Belichtung mag sich dieserart als ein auslösender oder unterstützender Faktor zu jenen gesellen, welche die Marschfähigkeit mindern, beziehungsweise den Hitzschlag hervorrufen.

Die direkte Strahlung kann unschwer vom Auge abgehalten werden (Lider, Kopfbedeckung); es ist jedoch nur sehr unvollkommen gegen die Wirkung des Unter- und Seitenlichtes geschützt. Die Blendung hängt demgemäß vor allem von der Stärke des diffusen Lichtes ab, dessen Intensität durch Reflexion wie von Wolken, Schnee- und Wasserflächen oder von Straßen gesteigert wird. Die Symptome der Blendung sind auch bei hohen Werten des gesamten, beziehungsweise direkten Lichtes umso geringer, je klarer das Firmament, je tiefer das Himmelsblau, je schwächer die Bewölkung ist. Sonnenstand und Himmelsrichtung beeinflussen naturgemäß die Rückstrahlung und damit die Stärke des Unter- und Vorderlichtes. Kommt die Bewölkung dem marschierenden Soldaten dadurch zugute, daß sie die kalorische Strahlung schwächt, die Heizung des Körpers mildert, so wirken die Wolken andererseits insoferne nachteilig, als sie die Aktinität des Lichtes steigern und damit zu einer erhöhten Innervation des Auges Veranlassung geben. Es dürfte keinem Zweifel unterliegen, daß durch Ermüdung des optischen Apparates, das Zielen erschwert werden, die Treffsicherheit leiden muß. Bei Operationen an der See oder namentlich auf Schnee- und Eisflächen, wie im Gebirge, wäre demgemäß auf die Vermeidung der Blendung Bedacht zu nehmen und schiene vielleicht ein entsprechender Schutz der Augen geboten. Bekannt ist ja, daß bei längeren Wanderungen über grell leuchtenden Schnee Erythropsie und andere Symptome auftreten. — Die Entblendung wird am besten durch solche Gläser erreicht, die vor allem das kurzwellige aktinische Licht abhalten, ohne die Helligkeitsunterschiede der Landschaft zu beinträchtigen. In dieser Hinsicht wären das grüngelbe Euphos, sowie das farblose Neutralglas empfehlenswert.[2]

---

[1] Für die Pigmentierung der Haut kommt im Meeresniveau der Spektralbezirk 360 bis 292·5 $\mu\mu$ in Betracht. Unter günstigen Umständen, bei reiner Luftsäule, sowie im Hochgebirge sind Strahlen bis zur Wellenlänge 290·5 $\mu\mu$ festgestellt worden.

[2] Auf in gleicher Weise nachteilige Einflüsse für den Flugzeugführer habe ich an anderer Stelle hingewiesen. — In letzter Zeit ist dieser Gegenstand namentlich durch F. Schanz bearbeitet worden, der insbesondere auch den nachteiligen Einfluß des an aktinischen Strahlen reichen diffusen Lichtes auf die Augenmedien (die Linse) hervorhebt. Autor möchte geradezu die dauernde Einwirkung dieses Faktors mit der Kataraktbildung in Zusammenhang bringen. Bezüglich näherer Daten sei auf die Arbeit von F. Schanz im Archive für Ophthalmologie, Bd. XCIV, H. 1- 2, p. 172, 1918 verwiesen.

Liegen auch bereits über die Größe der Reflexion des Lichtes von Wasserflächen (M. L. Dufour, W. Schmidt), die Relationen des Ober- zum Front- und Unterlichte (C. Brennand, C. Dorno, E. Rübel, F. Schwab, L. Weber, I. v. Wiesner u. a.) mehrfache Untersuchungen vor, so bedürfen dieselben für besondere Fragestellungen doch der Ergänzung. Namentlich ist die Rückstrahlung vom Erdboden, von Straßen, noch nicht näher studiert worden.[1] Um einen Maßstab in dieser Richtung zu gewinnen, haben wir (vergleiche den letzten Stab der Tabelle) einige Messungen angestellt, die aber nur orientierenden Wert beanspruchen können. Zum Zwecke genauer Ermittlungen ist das benützte Verfahren unzureichend oder versagt dort vollkommen, wo es sich um den Nachweis geringer Lichtstärken handelt. Die nachstehenden Daten seien daher nur mit Reserve angeführt. Sie beziehen sich auf freie Sonne und klaren, wolkenlosen Himmel. Die Messung wurde derart vorgenommen, daß das empfindliche Papier zirka $2\,m$ über dem Boden gegen das Unter-, beziehungsweise Seitenlicht exponiert wurde. Was zunächst das Verhalten bei hohem Sonnenstande anlangt, so ergab eine am 31. August um $12^h\ 15'$ p. m. ausgeführte Bestimmung 0·30, somit in Rücksicht auf den Gesamtwert der Insolation, 1·30, rund den vierten Teil dieser. Bei niederer Sonnenerhebung wurden zwei Messungen der reflektierten Strahlung, die eine am 29. August um $4^h\ 11'$ p. m., die andere am 30. August um $9^h\ 49'$ a. m. ausgeführt, wonach dieselbe im ersten Falle etwa $^1/_8$, im zweiten etwa $^1/_4$ der Intensität des Oberlichtes (*Ig*) betrug. Je niederer der Sonnenstand, desto mehr werden sich im allgemeinen die Werte des Ober- und Unterlichtes nähern. Daß der Quotient beider am 30. August relativ groß ist, hängt damit zusammen, daß zu der entsprechenden Zeit auch die Belichtung von oben ($Ig = 1{\cdot}34$) hoch war, während am Nachmittage des 29. August bloß ein Intensitätswert von 0·47 bestand. — Daß dunkler Boden, wie solcher aus Lava, weniger Licht reflektiert als weißer, hellbeleuchteter Sand, habe ich unter Verwendung geeichter Photometer in Orotava (Teneriffa) März 1910 feststellen können.

Auch zur Beurteilung der vom Wasser reflektierten Strahlung findet sich eine Bestimmung (vergleiche den 6. August) in der Tabelle angegeben. Die bezügliche, zirka $5\,m$ über dem Meere ausgeführte Exposition ergab bei einer Gesamtintensität von 1·0 einen Wert von 0·2; die Belichtung von unten betrug also $^1/_5$ des Oberlichtes. Man versteht, daß von den astronomischen und meteorologischen Bedingungen abgesehen, die Größe der Reflexion auch von der Beschaffenheit der Wasserfläche (ruhige oder bewegte See, glitzernde Wogenkämme) sowohl quantitativ als qualitativ beeinflußt sein dürfte, worüber noch keine ausreichenden Daten vorliegen. — Was die Rückstrahlung von Schneefeldern anlangt, so mögen in diesem Zusammenhange noch zwei entsprechende Beobachtungen vermerkt sein. In dem einen Falle wurde auf der Höhe der Palmschoß (Plohse-Gebirge, zirka $1850\,m$) um $1^h\ 35'$ eine Relation Ober-: Unterlicht von 2 festgestellt. Der niedere Quotient erklärt sich daraus, daß die Himmelsbedeckung eine vollständige war, Sonnenschein fehlte und die Belichtung demgemäß nur durch diffuse Strahlung erfolgte. In dem anderen Falle handelte es sich um eine vergleichende Messung von Ober- und Unterlicht am Karls-Eisfelde (Dachstein, Seehöhe zirka $2650\,m$), die am 13. September um $5^h\ 42'$ bei S_4 und Cu_6 im E gegen W ausgeführt wurde. Sie ergab trotz tiefen Sonnenstandes, kleinem Einfallswinkel, einen Quotienten von 8; die Gesamtintensität betrug 0·27. — Das Vorderlicht ist im allgemeinen bei niederem Sonnenstande, also in den Morgen- und Abendstunden, relativ (im Vergleiche zum Oberlichte) größer, als bei kleiner Zenithdistanz. Das Vorderlicht kann aber auch bei tiefem Sonnenstande das Oberlicht absolut übertreffen. Um die Mittagsstunde ist jenes 3 bis 5 mal schwächer als dieses. Mit Bezug auf die Himmelsrichtung erweist sich das südliche Vorderlicht rund 3 mal so stark als das nördliche.

---

[1] Nimmt man nach L. Weber für die Helligkeit bei Zenithstande der Sonne 160.000 Normalkerzen pro Quadratzentimeter an, so werden bei einem Inzidenzwinkel von 45° von blauem Himmel 0·3 bis 0·4, von bedecktem 0·5 bis 0·6, von einer Mauer 0·3 bis 0·4 der Strahlung reflektiert. — Über die Größe der Rückstrahlung von verschiedenfarbigem Boden habe ich selbst an anderer Stelle Mitteilung gemacht.

Eine eingehende Prüfung fraglicher Relationen ist, wie schon bemerkt, nur auf Grund einer exakten Methodik möglich. Die Pyrheliometer von Angström, Crova, Dupaigne, Michelson, der Apparat von Elster und Geitel können derart verwendet werden, daß man außer dem Gesamtlichte auch die Strahlung der Sonne allein sowie die Lichtintensität einzelner Himmelsabschnitte oder reflektierender Flächen (Schnee, Wasser) unter bekannten Winkeln festzustellen vermag. Ferner hat W. Schmidt auf der Basis anderer physikalischer Beziehungen einen Apparat konstruiert, der äußerst empfindlich ist und damit auch die Messungen geringer Intensitäten gestattet, wie sie gelegentlich bei der durch Reflexion vermittelten Strahlung in Betracht kommen. Endlich können bezügliche Relationen auch mit der chemisch-subjektiven Methode unter Benützung geeigneter Tuben in einem verdunkelten Raume bestimmt und mit den Ergebnissen der anderen Verfahren verglichen werden. Nicht unerwähnt sei, daß H. v. Schrötter und W. Schmidt bereits im April 1911 Versuchsreihen an der istrianischen Küste, beziehungsweise in Portorose und Valbandon ausgeführt hatten, wobei, der damaligen Wetterlage entsprechend, vorwiegend nur die Verhältnisse bei starker Himmelsbedeckung studiert werden konnten. — Für die Zukunft waren weitere Ergänzungen über die Rückstrahlung von Straßen, das quantitative Studium der Reflexion von der menschlichen Haut geplant, Bestrebungen, die wie so manche andere durch den Weltkrieg unterbrochen wurden.

Was bisher an Untersuchungen über die Reflexion des Lichtes von der Haut vorliegt, sei nachstehend in Kürze zusammengefaßt.

Außer älteren von C. Eijkman mit Hilfe des Thermometers angestellten Studien über die Leitung und Strahlung der Haut, ist hier eine Arbeit, und zwar von dem um das Studium des Sonnenstiches so verdienten P. Schmidt[1] zu nennen, der die Relationen der Strahlung, deren Durchgängigkeit, insbesondere die Größe der Reflexion von der Haut mit Hilfe einer exakten Methode, mittelst Thermosäule und Galvanometer gemessen hat. Aus diesen Untersuchungen geht zunächst hervor, daß die Haut (des Europäers) nur zirka 5 % der gesamten auffallenden Strahlungsenergie reflektiert, während der größte Teil namentlich der dunklen Wärme absorbiert wird. Des genaueren betrugen die Reflexionswerte für ultrarot 0·0033, für rot 0·0129, für grün 0·0188, für blau 0·0111. Sichtbare Mengen rotgelben Lichtes vermögen noch Gewebsschichten von mehreren Zentimetern Dicke zu durchdringen, so daß sich beispielsweise für die Schädeldecke für ultrarot 0·008, für rot 0·035, für grün und blau jedoch 0 ergeben. Glänzende, wie mit Talg eingefettete Haut reflektiert stärker als trockene. Es wird demgemäß wohl auch anzunehmen sein, daß u. a. die von den nilotischen Negern geübte Einreibung mit Asche, wodurch deren Haut grauweiß erscheint und glätter wird, die Reflexion der Lichtstrahlen steigern muß; ebenso dürfte diese bei mit weißen Staubschichten bedeckter Haut, wie beim Marsche auf kalkreichen Straßen eine erhöhte sein. — Was die Bedeutung des Pigmentes betrifft, so werden von der schwarzen Haut bloß 2 % der auffallenden Strahlung zurückgeworfen. Weiße Haut reflektiert mehr helle Strahlen als dunkle und läßt etwa 10 % der Kalorik in die tieferen Schichten eindringen, während die schwarze Haut, die weniger reflektiert, mehr von der eingedrungenen Wärmestrahlung absorbiert und bloß 5 % in die tieferen Texturen penetrieren läßt. Durch das in der Retezellenschichte verteilte Pigment, das dem Korium aufliegt, wird die Absorption für Sonnenstrahlen beim Neger in eine oberflächlichere Zone verlegt als beim Weißen. — Nehmen wir die Oberfläche des nackten 70 *kg* schweren Menschen zu 180.000 cm^2 und (von den Inzidenzwinkeln abgesehen) eine allseitig gleichmäßige Insolation an, so würden dem Körper, nach Abzug der erwähnten, durch Reflexion bedingten 5 % der Einstrahlung, unter der Sonne Dalmatiens mit einer mittleren Kalorik entsprechend 1·3 kal. pro Minute und Quadratzentimeter um die Mittagsstunden, etwa in der Zeit von 10^h a. m. bis 3^h p. m., die bedeutende Energie von rund $6·7 \times 10^3$ Kalorien, gleich einem Arbeitseffekte von 80 Hektowattstunden, zugeführt werden, die in den Geweben, sei es als Wärme verwendet oder in Chemismus umgesetzt zur Wirkung kämen.

---

[1] P. Schmidt, Experimentelle Beiträge zur Frage nach der Entstehung des Sonnenstiches. Archiv für Hygiene, Bd. LXV, p. 17, 1908.

Mit Bezug auf die Frage der thermischen Rückstrahlung sei eine kurze Betrachtung vermerkt, die C. Dorno[1] angestellt hat. Bezogen auf die Temperatur des Menschen, betrüge im Hochgebirge bei mittlerem Sonnenstande die Ausstrahlung der horizontalen Fläche bei Abwesenheit der Atmosphäre 0·71 w. e. pro Minute und Quadratzentimeter, die Gegenstrahlung der Atmosphäre 0·20, also der Wärmeverlust durch Strahlung 0·51 w. e. Der Wärmegewinn der horizontalen Fläche durch Einstrahlung beträgt 0·95. Sieht man somit von Wärmeleitung an die umgebende Luft ab und betrachtet nur die Strahlung, so wird das Wärmegleichgewicht dadurch hergestellt, daß in jedem Augenblick etwa die Hälfte der Wärmezufuhr wieder abgegeben wird.

Bevor wir diesen Abschnitt schließen, möchte ich nicht unterlassen, die Gesichtspunkte wiederzugeben, welche zuletzt J. Dupaigne[2] für das Lichtklima des nördlichen Mittelmeeres, beziehungsweise der französischen Riviera unter Berücksichtigung sämtlicher hiefür maßgebender Komponenten und Beziehungen entwickelt hat, ohne jedoch auf eine nähere Erklärung seiner Leitsätze eingehen zu können. Der wesentlichste Faktor, durch welchen die Intensität der Sonnenstrahlung beeinflußt wird, ist, wie Autor betont, der Grad der durchschnittlichen Transparenz (limpidité) der Atmosphäre, gegenüber welcher die Unterschiede der Seehöhen, soweit diese für die Bewohnbarkeit des Menschen in Betracht kommen, zurücktreten. Nichtsdestoweniger dürfte sich auf der Basis der von C. Dorno, J. Dupaigne, J. Vallot gemachten Messungen (Maximalwerte an der Riviera einer-, in Davos und auf dem Mt. Blanc andererseits) für die Luftschichte entsprechend einer Höhendifferenz von 4400 *m* (rund 310 *mm* Hg) eine Absorptionsgröße von 16 % ergeben. Die spektrale Zusammensetzung des Lichtes ändert sich bei durchsichtiger Atmosphäre nicht mit der Meereserhebung, dagegen schwankt sie bedeutend mit dem Dunst- und Nebelgehalte sowie der Höhe des Sonnenstandes. Der Reichtum insbesondere an stark brechbarem, beziehungsweise ultraviolettem Lichte hängt ausschließlich von der durchschnittlichen Klarheit der Luftmasse ab. Je weniger Wasserdampf in der Atmosphäre, wie in der kalten Winterluft, desto stärker die Intensität der Strahlung. — Es kann, wie ich mit Bezug auf die Bedürfnisse der Heliotherapie hinzufügen möchte, kein Zweifel darüber bestehen, daß die für das südliche Litorale wesentlich größere Zahl ausnützbarer Sonnenscheinstunden sowie die durchschnittlich höhere Lufttemperatur den kurativen Wert dieses Klimas steigern.

Was das Verhalten der gesamten Strahlungskomponenten in der Höhe, beziehungsweise im mittleren Niveau von 1560 *m* der Alpen anlangt, so sei noch besonders auf jene zusammenfassende Darstellung verwiesen, welche das Lichtklima des Hochgebirges durch C. Dorno auf Grund langjähriger, mühevoller, mit Hilfe exakter Methoden durchgeführter Messungen erfahren hat. Auch aus dieser Arbeit geht hervor, wie schwankend, abgesehen von leicht erkennbaren Trübungen (gelöstes oder in Form feinster Tröpfchen verteiltes Wasser u. a.), die Reinheit und Durchlässigkeit der Atmosphäre ist und wie verschieden sich demnach auch die Strahlungsverhältnisse der Sonne sowie des Himmels bei anscheinend sonst gleichen Bedingungen verhalten können. — Mit besonderem Nutzen namentlich auch für den Mediziner wird jene Schrift heranzuziehen sein, in welcher dieser so verdienstvolle Autor die Gesetze der Sonnenstrahlung in klimatologischer Richtung beleuchtet hat.[3]

Mehrfach wurde bereits über unseren Vorschlag seitens der Internationalen Vereinigung gegen die Tuberkulose, sowie des Internationalen Kongresses für Thalassotherapie eine Resolution[4] gefaßt, um ein eingehendes Studium des Lichtklimas der Erde auf der Basis objektiver Verfahren in die Wege zu leiten. Hoffen wir, daß es die kommende Friedenszeit ermöglicht, die bereits vielfach angeknüpften Beziehungen wieder herzustellen und damit eine gleichsinnige Registrierung der Strahlungswerte

---

[1] C. Dorno im Handbuche der Balneologie, Bd. I, p. 522; Leipzig, G. Thieme, 1913.

[2] J. Dupaigne. De la Climatologie du Litoral mediterranéen français. Berichte des I. Congrès de l'Association Internationale de Thalassotherapie de Cannes, Paris, Verlag der »Gazette des Eaux«, Vme. Rue Humboldt 3.

[3] C. Dorno. Die Physik der Sonnenstrahlung in Handbuch der Balneologie, Medizinische Klimatologie und Balneographie. Bd. I, Abschn. D. Leipzig, G. Thieme, 1918; ebenso vergleiche seine »Vorschläge zum systematischen Studium des Licht- und Luftklimas«. Im 7. Hefte der Veröffentlichungen der Zentralstelle für Balneologie. Berlin NW 7, kgl. preuß. Ministerium des Innern. Weitere in diesem Zusammenhange wertvolle Angaben findet man auch in dem geistreichen Vortrage von D. Berthelot: De la Nature des radiations solaires au Niveau de la mer et des moyens de les mesurer. Rapport presenté aux Congrès de l'Association internationale de Thalassotherapie de Cannes 1914. Paris. Gazette des Eaux. Vme. Rue Humboldt 3. — Erwähnt sei hier schließlich eine Arbeit von B. Berliner (Einige Richtlinien zur klimatologischen Forschung. Zeitschrift für Balneologie, Bd. VI, Nr. 1, p. 7, 1913—14), der nach breiteren Gesichtspunkten auf die so vielfachen Wechselbeziehungen zwischen den meteorologischen Komponenten und ihrer Wirkung auf das Nervensystem, das Seelenleben, aufmerksam macht.

[4] Ich gebe nachstehend den Wortlaut der über Anregung von F. Morin und H. v. Schrötter von der Sektion VI der XI. Internationalen Tuberkulosekonferenz verfaßten Resolution wieder: »Mit Rücksicht auf die eminente theoretische und praktische Seite der Helio- und Klimatotherapie der Lungentuberkulose erscheint es dringend wünschenswert, umfassende (simultane) Studien über das Lichtklima der Erde nach einheitlichen, objektiven Methoden anzustellen. Die bereits bestehenden meteorologischen Stationen sollten diesen Fragen erhöhte Beachtung schenken und bezügliche Messungen in ihr regelmäßiges Programm aufnehmen.«

— nach den von C. Dorno, J. Dupaigne, P. L. Langley, W. Schmidt, R. Schneider, H. v. Schrötter, J. Vallot, A. Wenger, L. Weber entwickelten Gesichtspunkten — unter klimatisch möglichst differenten Bedingungen zu erreichen. In Deutschland sind bisher drei Stationen geschaffen worden, welche nach dem von C. Dorno aufgestellten Programme arbeiten.

Nach Fertigstellung der Arbeit, beziehungsweise nach meiner Rückkehr vom Felde im Herste 1917 wurde ich mit den eingehenden Untersuchungen von J. Furlani bekannt[1], die sich mit dem Lichtklima im österreichischen Küstenlande beschäftigen. Ich muß es mir versagen, hier näher auf die ausführlichen Mitteilungen dieser Publikation einzugehen, und möchte im Hinblicke auf unsere eigenen Beobachtungen nur die nachstehenden Daten dieses Autors hervorheben.

Seine Messungen der (kurzwelligen) Lichtintensität beziehen sich auf Görz und das südistrianische Küstenland während der Jahre 1909 (September) bis 1913 (September). Wie das seiner Arbeit beigegebene Diagramm (p. 1) erkennen läßt, ergab sich für den August als Mittel der Beobachtungen um die Mittagsstunden bei Sonnenschein eine Gesamtintensität von 1·35 B. E., was mit unseren eigenen Erfahrungen in bester Übereinstimmung steht; sein Mittel für die letzte Dekade August entsprechend der Tageszeit 11^h bis 2^h beträgt 1·25, für 1^h 30' 1·37 B. E. Dagegen liegen seine entsprechenden Maxima etwas höher (bis zu 1·65), als wir sie verzeichnen konnten; nur einmal, nach dem Gewitter, ließ sich von uns für *Ig* der Wert 1·99 feststellen. — Jedenfalls zeigen auch die Untersuchungen Furlani's, daß bei günstiger Wetterlage, wie während des meist trockenen Sommers mit blauem Himmel, an der See, beziehungsweise der dalmatinischen Küste gleich hohe Lichtwerte vorkommen können, wie sie sonst für das Gebirgsklima charakteristisch sind.[2]

Was das Verhältnis zwischen direktem und diffusem Lichte anlangt, so fand Furlani auch bei hohen Sonnenständen nur ein geringes Überwiegen der Sonnenstrahlung, während der bezügliche Quotient unserer Messungen rund etwa 2 betrug. Der Gegensatz zwischen diesem und dem erstgenannten Befunde erklärt sich offenbar daraus, daß sich unsere Werte auf Bestimmungen beziehen, die ausschließlich bei freier Sonne (S_4) und meist nur geringer Bewölkung ausgeführt wurden, während in der entsprechenden Zusammenstellung von Furlani die Relationen bei verschiedensten Wetterlagen, wesentlich im Hinblicke auf die Sonnenhöhe vereinigt sind. Im allgemeinen muß natürlich mit der wachsenden Zerstreuung des Lichtes am Meere die diffuse Lichtstrahlung steigen und damit der Quotient reziprok, beziehungsweise bei niederem Sonnenstande ein Bruch werden. — Beachtenswert erscheinen die von dem genannten Autor festgestellten Beziehungen zwischen Windrichtung und Strahlungsintensität, wonach diese bei SE-, S-, SW- und W-Winden eine Vermehrung, bei E-, NE-, N- und NW-Winden eine Verminderung auch gegenüber jener bei Windstille erfährt. Der warme Schirokko steigerte trotz seiner hohen Luftfeuchtigkeit die Lichtintensität, die kalte, meist trockene Bora minderte sie, was anscheinend damit zusammenhängt, daß der Schirokko — bei niederem Luftdrucke — ausgleichend auf die Schichtung der Atmosphäre einwirkt, wodurch deren Gefüge homogener wird. Das Himmelslicht (*Id*) wird jedoch unter dem Einflusse feuchter, auch nordwestlicher Luftströmungen oder reflektierender Wolkenlagen eine Steigerung erfahren müssen und damit gleiche Werte wie die direkte Strahlung (*Is*) erreichen können.

Was die thermische Strahlung anlangt, die auch Furlani bloß mit dem Schwarzkugelthermometer bestimmte, so konnte er ebenfalls feststellen, daß das Maximum der Insolationstemperatur bei freier Sonne nicht mit der Mittagsstunde zusammenfallen muß; sondern häufig gegen 1^h verschoben ist. Konform unseren Erfahrungen (vergleiche Fig. 4 und 5) wachsen Wärme- und Lichtstrahlung rascher an als sie abnehmen. Ausführlich geht Autor auf das Verhalten der Differenz zwischen Sonnen- und Luftwärme (S—t) im Vergleiche zum Gange der Lichtintensität ein, und gibt die bezüglichen Quotienten für die einzelnen Monate. Wir selbst mußten uns (s. p. 121) begnügen, auf die Diskordanz in den Kurven der Wärme- und Lichtstrahlung hinzuweisen. — Wenn naturgemäß auch sowohl die lang- als kurz-

[1] Denkschriften der k. Akademie der Wissenschaften (M.-N.-Klasse), Bd. 93, 1916.

[2] Die höchste Lichtintensität in den genannten Jahren (1·7 bis 1·8 B. E.) wurde in Görz in den Monaten Juni und Juli beobachtet.

wellige Strahlung gemeinsamen Gesetzen unterworfen ist, so müssen deren Verlauf und Größenordnung in verschiedenem Maße durch die einzelnen klimatischen Faktoren beeinflußt werden, wie ich dies selbst schon an anderer Stelle des näheren angeführt habe. Die eingehendsten Untersuchungen über die Relationen der lang- und kurzwelligen Strahlung unter wechselnder Inzidenz und Wetterlage sind bisher von C. Dorno nach exakten Methoden durchgeführt worden. Eigene bezügliche Bestrebungen in Österreich, sowie weitblickende international geplante Unternehmungen[1] auf diesem Gebiet hat, wie schon bemerkt, der Krieg unterbrochen.

Zusammenfassung und Ergebnisse.

*Die **Lufttemperatur** bewegte sich bei heiterem Wetter in der Zeit von 9h a. m. bis 5h p. m. über 30°, wobei zwischen 12h bis 2h p. m. Maxima bis 35° verzeichnet wurden. Die Luftwärme im Gelände stellte sich etwas höher als an der Seeküste. Den Zeitraum der Manöver, 20. bis 26. August 1911 betreffend, war die Temperatur in **Dalmatien** um durchschnittlich 7° höher als in **Wien.***

*Die **kalorische Strahlung** bewegte sich bei günstigen Wetterbedingungen zwischen 55 bis 60° und stieg bei freier Sonne und fehlender Himmelsbedeckung bis auf 65° an. In Rücksicht auf analoge Relationen unter anderen örtlichen Bedingungen darf angenommen werden, daß diesen Werten entsprechend Strahlungsgrößen von etwa 1·3 bis 1·5 kal. pro Minute und Quadratzentimeter geherrscht haben. — Das Mittel für die **aktinometrische Differenz** oder die relative Wärmestrahlung (S—t) stellte sich für die Zeit von 10h a. m. bis 5h p. m, bei S_4 auf 25° (Max. 35°, Min. 15°).*

*Die für den **klimatischen Heizwert** maßgebende Rubner'sche Zahl $\left(\text{kurz } \frac{S-t}{2}\right)$ betrug innerhalb der gleichen Tageszeiten rund 40°; aber auch bei niederem Sonnenstande, vor 10h a. m. und nach 5h p. m. wurden entsprechende Werte beobachtet. Als Maximum konnten bei freier Sonne und rund 35° Zenithdistanz 42 bis 46° festgestellt werden. Nach einem Gewitter sank die Rubner'sche Zahl auf 39°. Die für Wien innerhalb der Zeit vom 20. bis 26. August sich ergebenden Werte liegen um 2° tiefer als jene für das Manövergelände.*

*Die **relative Feuchtigkeit** (beziehungsweise relative Trockenheit) bewegte sich an der Küste bei vorwiegend nordwestlicher Luftströmung um den Wert von 60% (beziehungsweise 40%). Im Manövergelände, der Zeit vom 20. bis 26. August entsprechend, war die relative Feuchtigkeit noch niedriger; sie dürfte im Mittel 50% betragen haben. Gelegentlich wurden sogar während der Marschzeit unter südöstlicher Luftströmung Werte von 35% beobachtet. Ein Gewitter am Morgen des 25. August ging mit einer Niederschlagsmenge von 5·6 mm einher. Die relative Trockenheit während des genannten Zeitraumes war um rund 12% größer als in **Wien.***

*Der Gang des **Barometers** entsprach einer Hochdruckperiode, wobei in der Zeit vom 20. bis 26. August vorwiegend schirokkale südöstliche mit nordwestlichen Windströmungen abwechselten; vor dem Gewitter am 25. herrschten südliche Winde. Die **Luftbewegung** hielt sich im allgemeinen innerhalb solcher Grenzen, die für die Wärmeregulation am Marsche förderlich sind. Sie war während der gleichen Periode in **Wien** etwas stärker. — Inwieweit Schwankungen des Luftdruckes (Luftwogen im Sinne von **W. Schmidt**) oder solche der **Ionisation** auf das Befinden von Einfluß sind, erscheint noch nicht sichergestellt.*

*Was das **Lichtklima** betrifft, so wurden gemäß der angewandten Methode die Größenordnung und Relationen der kurzwelligen Strahlung gemessen.*

---

[1] Ich erinnere in dieser Richtung an die »Kommission für Licht- und Höhenforschung« der »Internationalen Vereinigung zur Bekämpfung der Tuberkulose«, die mit der »Internationalen Physikalischen Lichtkommission« zusammen arbeiten sollte.

*Die **Intensität** des **Gesamtlichtes** erreichte in der Zeit von 11h a. m. bis 3h p. m. annähernd den Wert von 1·2 B. E., um während der Mittagsstunden entsprechend 50 bis 60° Sonnenhöhe 1·3 B. E. zu überschreiten. Bei klarem Wetter wurden Maxima bis 1·6 für Ig beobachtet. Nach dem am 25. erfolgten Gewitter stieg die Lichtintensität Ig infolge Reinigung und Klärung der Atmosphäre vorübergehend bis auf 2·0 B. E. an.*

*Die hier mitgeteilte **Größenordnung** der **Lichtintensität** für den August in **Dalmatien** steht in guter Übereinstimmung mit Befunden, die seither für das Klima von Görz, beziehungsweise die südistrianische Küste — entsprechend dem gleichen Monate — von **J. Furlani** erhoben und für die französische Riviera namentlich von **J. Dupaigne** festgestellt worden sind.*

*Mit dem Lichtklima nördlich der Alpen, beziehungsweise jenem von **Kremsmünster** verglichen, ergab sich unter Berücksichtigung der in unserem Texte gegebenen Gesichtspunkte, daß die Insolation des dalmatinischen Küstenlandes im Sommer 1911 um zirka 20 bis 30 % stärker war. Hierbei mag die lang audauernde Hochdruckperiode mit ihrer zumeist trockenen Atmosphäre auf die relativ hohen Werte der Lichtintensität dieses Jahres nicht ohne Einfluß gewesen sein.*

*Mit Rücksicht auf die Praxis der **Heliotherapie** erscheint die Feststellung wichtig, daß die kurzwellige Strahlung im Meeresniveau an der adriatischen Küste bei klarer Atmosphäre gleiche Werte erreichen kann, wie sie im allgemeinen für die Hochregion charakteristisch sind. Vor allem aber kommt für die Riviera in Betracht, daß dort abgesehen von der durchschnittlich höheren Lufttemperatur die mittlere Sonnenscheindauer, die Zahl ausnützbarer Sonnenstunden eine wesentlich größere ist, als selbst auf den bestbestrahlten Hochgebirgslagen, was den kurativen Wert der Seeküste steigert.*

*Die **Relation** des **direkten** zum **diffusen Lichte** betrug um die Mittagszeit durchschnittlich 2:1. Bei hoher Gesamtstrahlung wurden für Is:Id vereinzelt Quotienten von 3 und darüber festgestellt, wie sie sonst den Gebirgslagen zukommen. Das Ultraviolett war an der Seeküste im diffusen Lichte rund 4·5 mal stärker als im direkten vertreten.*

*Im Hinblick auf die Befunde von **Furlani,** die einen Zeitraum von vier Jahren, beziehungsweise von 1909 bis 1913 umfassen, wird man annehmen können, daß sich die **Belichtung** unserer **adriatischen Küstenregion** während des Sommers nicht nur ausnahmsweise, sondern in der Tat regelmäßig in der von uns angegebenen Größenordnung entsprechend 1·3 bis 1·4 B. E. bewegen dürfte, und dies um so mehr, als die von dem genannten Autor festgestellten Werte in einer noch rund um 2° nördlicheren Breite gewonnen wurde. — Maßgebend für die Intensität der Sonnenstrahlung erscheint vor allem die **Transparenz** der Atmosphäre, welche abgesehen von der Menge und Verteilung des Dunstes, dem Zustande der Wasserteilchen (Kondensationskerne), in den höheren Regionen von der besonderen Schichtung der Luftmassen ihrer Thermik und Dichte, vom Ozongehalte derselben abhängig ist.*

*Wenn nunmehr für die **Erforschung** des **Lichtklimas** der **Erde** unbedingt solche Verfahren zu verlangen sind, die eine Bestimmung der verschiedenen Komponenten im absoluten Maße gestatten, so erscheint für medizinische Zwecke, wie auch **D. Berthelot** vermerkt hat, die Methode der Lichtmessung mit geeichten photosensiblen Papieren zunächst ausreichend, um im allgemeinen brauchbare Vergleichswerte der lichtklimatischen Bedingungen zu erhalten.*

*Was die **Wirkung** der **Wetterlage** auf die **Truppen** anlangt, so kamen, wenn man die bezüglichen Daten für die beiden Marschtage (den 21. und 23. August) zusammenfaßt, Fälle von **Hitzschlag** vor, als die Lufttemperatur, die Insolation. (der Heizwert), die relative Feuchtigkeit während der Märsche im Mittel 31·0°, 52·0°, (41·5°), 61·0 % betrugen, beziehungsweise diese Faktoren Werte von 32·8°, 54·5°, (43·5°), 53·0 % erreicht hatten. — Es wurde betont, daß bei solchen Bedingungen der frei zirkulierenden Atmosphäre das **„innere Klima“** einer marschierenden, von Staub umhüllten Kolonne bezüglich seiner thermischen Faktoren, wie auch anderer Momente ein wesentlich **ungünstigeres***

sein muß, so daß Störungen der Wärmeregulation selbst bei einem nicht so extremen Verhalten der äußeren Klimatik verständlich erscheinen.

Mit Bezug auf die ***Märsche*** *traten die Hitzschläge auf, nachdem entsprechend dem 21. und 23. August 320 Kalorien pro Stunde* ***verbraucht,*** *beziehungsweise eine* ***Marscharbeit*** *geleistet worden war, deren* ***physikalischesÄquivalent*** *auf 23000 (bis maximal 32000) kgm pro Stunde geschätzt werden darf. Fälle ausgesprochener Ermattung und Erschöpfung wurden entsprechend dem 24. August nach einem Verbrauche von 290 Kalorien pro Stunde, beziehungsweise einer Marschleistung beobachtet, für welche 18000 (bis maximal 27000) kgm äußerer Arbeit pro Stunde annehmbar erscheinen. Als (nutzbare)* ***Transpiration*** *waren etwa 450 cm^3 pro Stunde zu veranschlagen.*

Die den Schulen von (alphabetisch) ***F. G. Benedict, A. Durig, J. S. Haldane, N. Zuntz,*** *entstammenden, weitverzweigten Fundamentalarbeiten über den Stoffwechsel und die Kalorik bei Körperarbeit gestatten eine ausreichende praktische Schätzung und Vorausberechnung des für Märsche, selbst unter erschwerenden Verhältnissen, notwendigen* ***Energieaufwandes.*** *Die bisher erhobenen Daten reichen jedoch noch nicht aus, um den* ***Arbeitseffekt*** *unter ungünstigen, an der Grenze pathologischer Bedingungen sich abspielenden Leistungen zu präzisieren. — Ein näherer Einblick in dieser Richtung würde nur durch besondere* ***Untersuchungen*** *des Gaswechsels bei variabler Marsch-, beziehungsweise Steigarbeit und bereits bestehenden Störungen der Wärmeregulation zu gewinnen sein, wobei jedoch betreffs einer Verallgemeinerung bezüglicher Resultate* ***individuelle Unterschiede*** *sowie konstitutionelle Momente maßgebend interferieren werden.*

Es versteht sich, daß die Bedingungen zur pathologischen ***Wärmestauung*** *je nach der Kombination der konkurrierenden äußeren und inneren Faktoren auch bereits nach geringeren Marschleistungen, als sie oben definiert wurden, gegeben sein können.*

Eine Luftwärme von 26 bis 28° stellt bei einer relativen Feuchtigkeit von 60 bis 80 % entsprechend einer Dampfsättigung von 0·015 bis 0·020 gr pro Liter die ***untere Grenze*** *dar, bei welcher der Marsch* ***bedenklich*** *zu werden beginnt. 28 bis 30° bei 0·020 gr Sättigung erscheinen für den marschierenden Mann* ***gefährlich*** *und dies um so mehr, wenn sich zugleich die Wirkung der Insolation geltend macht. Bei starker Sonnenstrahlung und fehlender Luftströmung wird demgemäß die* ***kritische Grenze*** *noch tiefer herab zu veranschlagen sein. — Die von uns im Manövergelände selbst beobachteten und vorstehend analysierten Werte stehen in voller Übereinstimmung mit der Größenordnung jener (27·5° und 88 %), die* ***A. Hiller*** *als Wendepunkt zur Pathologie, als mittlere Gefahrengrenze für die Hyperthermie, beziehungsweise den Hitzschlag auf Märschen angegeben hat.*

Wassermangel steigert die Gefahr des Hitzschlages; ebenso befördern unzweckmäßige Packung (flache Atmung), fehlendes Training, vorausgegangene Ermüdung, ungenügende sowie ungeeignete Nahrung (Kalorienersatz), seelische Depression, Schmerzen (marode Füße), den Symptomenkomplex der Wärmestauung; endlich beanspruchen individuelle Konstitutionsanomalien besondere Bedeutung auch für das Zustandekommen und die Folgen des Hitzschlages.

Zur richtigen ***Beurteilung*** *der* ***klimatischen Heizwirkung,*** *wie sie für marschierende Truppen in Betracht kommt, muß außer dem Thermometer gleichzeitig der Feuchtigkeitsgehalt der Luft berücksichtigt werden, weshalb, in Wiederholung meines bereits im Jahre 1913 gestellten Antrages, die Ärzte entsprechender Abteilungen mit einem geeigneten* ***Psychrometer*** *auszurüsten sind, um an der Hand dieses Instrumentes bei ungünstigen Außenbedingungen, im besonderen hoher Luftfeuchtigkeit (s. o.), die maßgebenden Stellen rechtzeitig vor Anstrengungen warnen und damit geeignete Marscherleichterungen, Rasten, Trinkwasserversorgung, veranlassen zu können.*

Als ***Instrument*** *empfiehlt sich an Stelle des bisher vorgeschriebenen Schleuderthermometers ein Aspirationspsychrometer, beziehungsweise das* ***Assmanometer*** *kleiner Konstruktion; zur Berechnung der abgelesenen Werte der Rechenschieber nach* ***A. Korff-Petersen,*** *mit Hilfe dessen die notwendigen Daten unschwer zu ermitteln sind. Es erschiene wünschenswert, gelegentlich von Sommer-*

manövern Messungen der klimatischen Bedingungen mit dem ***Homöotherme*** *anzustellen, welches den Heizwert auch unter gleichzeitiger Berücksichtigung der* ***Luftbewegung*** *in* ***Kalorien*** *zu bestimmen gestattet.*

Die Frage nach der Art und Verteilung des ***Marschgepäckes*** *ist noch immer nicht zweckentsprechend gelöst; weitere Studien in dieser Richtung wären angezeigt. Die Kopfbedeckung sollte eine erhöhte Luftzirkulation ermöglichen, was durch geeignete (verschließbare) Ventilationslöcher — wie bereits in anderen Armeen — erreicht werden kann.*

Es ist der zielbewußten Umsicht, den getroffenen Vorsorgen der militärischen Leitung zu danken, daß anläßlich der »Dalmatinischen Landungsmanöver des Jahres 1911« trotz der ungünstigen Außenbedingungen keine schweren Folgen von Hitzschlag, beziehungsweise Todesfälle zu beklagen waren und die Leistungen der Truppen trotz der hohen Anforderungen an die Marschfähigkeit, vor allem die Wärmeregulation, befriedigend durchgeführt werden konnten.

TABELLEN

Ort	Seehöhe in *m*	Datum Jahr 1911	Tageszeit	Sonnenschein	Bewölkung	Luftdruck n. r.	Wind	Lufttemperatur in C°
An Bord der „Pannonia“ zwischen Cherso und Veglia	0	6. VIII.	11h55	$S_{(4)}$	Cu_1 im N u. NE; Luft trüber	—	NW_{1-2}	
zirka 44° 55' n. Br.	»	»	12h 00–12h 06	S_4	Cu_1	—	»	
	»	»	12h08	S_4 +	weniger trübe	—	NW_2	
	»	»	12·10	S_4	weniger trübe	—	»	
	»	»	12·15	S_4	Cu_{1-2}	—	»	—
	»	»	1·40	$S_{(4)}$	Cu_1 mäßig trüb	—	NW 2·5	
zirka 44° 40' n. Br.	»	»	1·52	S_4	Cu 0·5—1 im E, nicht ganz klar	—	NW_2	
	»	»	3·56	S_4	Cu 0·5, dunstig	—	NW_3	
	»	»	4·14	S_4	dunstig	—	»	
Breite von Zara	»	»	5·25	$S_{(1)}$	B_0, Dunst	—	NNW_3	
Eisenbahnfahrt von Spalato nach Sinj	59	7. VIII.	10h45	S_4	Cu 0·1	—	N_3	
	—	»	—	$S_{(4)}$	$Cu\ Str_{4-5}$ gegen NE, Dunst über dem Meere	—	N_2	
		»	11·03	S_4 feiner Dunst in der Nähe der Sonne	$Cu_1\ Str_1$	—	N_3	
bei Klissa	za. 250	»	11·18	S_4	»	—	»	
vor dem unteren Eingang des Kehrtunnels	—	»	11·20	$S_{(4)}$ Cu Str. in der Nähe der Sonne	»	—	N_2	—
	343	»	11·30	S_4	Cu_{4-5} gegen NE	—	N_{1-2}	
	—	»	11·38	S_4 Cu in der Nähe der Sonne	Cu_{6-7}	—	»	
Steigung nächst Dugopolje	412	»	12·00	S_4 frei	Cu_6	—	»	
	—	»	12·03	S_4	Cu_6	—	N 0·5—1	
Ritt der II. Esk. der B. D. L. Sch. von Sinj nach Zara.								
Slap	69	11. VIII.	3h59	S_{3-4}	Cu_6	—		
Bootfahrt auf der Kerka zum Kloster Visovac (53 *m*)	—	»	4·32 p. m.	S_{3-4}	Cu_6 und Ci_1 im E	—	N_1	
	—	»	4·35	S_4	» » »	—	»	
	—	»	5·08	S_4	$Cu_6\ Ci_1$	—	»	
	—	»	5·13	S_4	$Cu_5\ Ci_2$	—	»	
Nahe dem W. H. Kozlovac	168	12. VIII.	8·16	$S_{(4)}$	Cu Str_1 in NE, feines Cinetz um die Sonne	—		
	168	»	8·20	S_4	Cu Str_1 in NE, feines Cinetz um die Sonne	—		
	—	»	9·46	$S_{(4)}$	Cu_1 in NW, Ci um die Sonne	—		
Benkovac	179	»	12·02	$S_{(4)}$	Cu_{7-8}	—	N 0·5	28·0
Lager im Walde am Westende von B.	179	»	3·12	$S_{(4)}$	Cu_{1-2} Wolkenbank im SE, sonst rein blau	—		26·7
	179	»	4·08 p. m.	S_4	Cu_1	—		26·5

Relative Feuchtigkeit in %	Strahlungstemperatur in C°	Wärmewirkung (Rubnersche Zahl)	Sonnenhöhe	Lichtmessung									Bemerkungen, Wassertemperaturen u. a.
				Ig	Is	Id	Is : Id	Ig V	Is V	Id V	Is V : Id V	Ig : Ig V	
—			—	0·887	0·448	0·439	1·0	-		–		-	
	—	—	—	1·015	0·583	0·432	1·3	0·128	—	—	—	7·9	Mittel aus 8 Bestimmungen.
	—	—	—	1·317	0·857	0·460	1·9	0·144	—	—	—	9·1	Sonne vorübergehend auffallend rein.
	—	—	—	1·079	0·625	0·454	1·4	0·134	—	—	—	8·1	Mittel aus 3 Bestimmungen.
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Vom Wasser reflektierte Ig (am Buge, Sonnenspiegelung backbord) 0·183; keine Wellen.
	—	-	—	0·940	0·452	0·488	0·9	0·112	—			8·4	
—	—	—	—	0·928	0·504	0·424	1·2	0·118	0·100	0·018	5·5	7·9	
—	-	—	—	0·652	0·372	0·280	1·3	0·070	—	—	—	9·1	Küste gut sichtbar.
—	—	—	—	0·658	0·333	0·325	1·0	-	—	—	--	—	
—	--	-	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	0·902	0·572	0·330	1·7	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	1·126	—	—	—	0·126	—	—	—	8·9	
—	—	—	60°29'	1·242	0·830	0·412	2·0	—	—	—	—	—	Mittel aus 5 Bestimmungen.
—	—	—	61°40'	1·304	—	—	—	—	—	—	—	—	Mittel aus 3 Bestimmungen.
—	—	—	—	1·045		-		- -		-	-	-	
—	—	—	62°18'	1·317	0·879	0·438	2·0	—	—	—	—	—	Vorübergehend Ig = 1·242.
	—	—	62°36'	1·315	—	—	—	—	—	—	—	—	Wegen „wechselnder" Bewölkung weitere Relationen nicht bestimmbar.
-	—	—	—	1·372	—	—	—	0·156	—	—	—	8·2	
--		-	-		—	—							
-	—	—	—	—	—	—	—	0·064	—	—	—	—	Wegen Zeitmangel konnten vom 8.–10. August bezw. während der weiteren Etappen Sinj—Drniš und Drniš—Slap keine Bestimmungen ausgeführt werden; Bewölkung zumeist Cu und Str Cu_{5-6}.
—	—	—	—	0·417	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	0·505	0·334	0·171	1·95			–		–	
—	--		—	0·447	0·290	0·157	1·8		-				
—	—	—	—	0·276	0·136	0·140	0·97	0·040	—	—	—	6·9	
—	- -	–	- -	0·667	0·418	0·249	1·7	0·070	—	—	—	9·5	Etappe Slap—Benkovac.
—	—	—	—	0·681	—	—	—	0·071	—	—	—	9·6	
—	—	—	—	0·793	0·467	0·326	2·4	0·078	—	—	—	10·1	
-	58·0	43·0	—	1·447	1·007	0·440	2·3	0·192	—	—	—	7·5	
-	48·2	37·5	—	0·862	0·588	0·274	2·1	0·065	—	—	—	13·0	
—	49·6	38·1	—	0·509	0·362	0·147	2·5	0·055	—	—	—	9·3	

Ort	Seehöhe in *m*	Datum Jahr 1911	Tageszeit	Sonnenschein	Bewölkung	Luftdruck n. r.	Wind	Lufttemperatur in C°
Zara	5	13. VIII.	12h04	S_4	Cu_{5-6}	—	NW_{1-2}	29·0
zirka 44° 7' n. Br. und 32° 54' ö. L.	5	»	1·15	S_{3-4}	Cu_5	766·2	»	28·0
	5	»	2·42	S_3	Cu um die Sonne	—	—	28·5
Kantonnement der II. Esk. beim Viehmarkte	5	»	3·20	$S_{(4)}$	Cu_{3-4}	—	—	29·0
	5	»	8·40	—	B_0	766·2	NW_2	24·0
»	5	14. VIII.	6·34 a. m.	—	B_0	764·5	NW_{0-1}	23·0
	5	»	9·10	S_3	»	—	—	25·5
	5	»	9·45	S_4	—	—	NW_1	—
	5	»	12·01	S_3	B_0	—	—	26·8
	5	»	2·29	—	—	—	NW_2	26·7
	5	»	5·45	S_4	—	—	—	—
	5	»	6·14 p. m.	—	B_0	762·8	NW_2	24·3
»	5	15. VIII.	6·30 a. m.	S_4	B_0	761·0	windstill	23·1
	5	»	11·30	S_4	Cu_5 Ci; letztere in der Nähe der Sonne	—	—	27·7
	5	»	11·44	$S_{(4)}$	Cu_5 Ci: letztere in der Nähe der Sonne	—	—	28·3
	5	»	12·05	S_{3-4}	Cu_3 Ci in der Umgebung der Sonne	760·8	—	28·6
	5	»	5·13	»	Cu_3	—	—	29·0
	5	»	6·15	—	—	—	—	27·9
	5	»	8·00 p. m.	—	—	—	NW_1	24·1
»	5	16. VIII.	8·00 a. m.	$S_{(1)}$	Cu_{9-10}	760·0	NE_5	23·3
	5	»	8·30	»	»	—	»	—
	5	»	9·35	$S_{(3)}$	Cu_9	—	»	—
	5	»	10·20	S_3	»	760·0	NE_{1-2}	—
	5	»	11·00	S_4	Cu_{9-10}	—	—	29·0
	5	»	11·30	»	»	—	—	27·0
	5	»	12·05	—	»	—	SE_1	25·0
	5	»	2·00	S_4	Cu_{10}	—	—	25·3
	5	»	8·00 p. m.	—	Cu_{5-6}	—	windstill	20·4
»	5	17. VIII.	6·50 a. m.	S_4	B_0 dunstig	763·0	—	19·3
»	5	»	11·20	S_4	Cu_{5-6}	—	NNE_{1-2}	30·0
»	5	»	12·00	S_4	»	—	»	32·0
Sanitätsübung zwischen Zemonico und Gallovac	za. 75	»	12·12	$S_{(4)}$	ACu_3 und Cu_3	—	—	—
		»	12·14	S_{3-4}	ACu in feinem Gefüge	—	N_1	—
	—	»	12·16	»	»	—	»	32·0
	—	»	1·00	S_2	Cu_{6-7}	—	NE_1	28·5
Kantonnement der II. Esk. beim Viehmarkte in Zara	5	»	3·05	S_4	Cu_4	764·8	—	—
	5	»	8·30 p. m.	—	B_{9-10}	765·4	NW_1	21·6
»	5	18. VIII.	7·10 a. m.	S_4	B_0	765·9	windstill	21·9
	5	»	9·20	»	—	—	—	—
	5	»	10·00	»	Cu_4	—	—	30·0
	5	»	11·30	»	—	—	—	—

Relative Feuchtigkeit in %	Strahlungstemperatur in C°	Wärmewirkung (Rubnersche Zahl)	Sonnenhöhe	Lichtmessung									Bemerkungen, Wassertemperaturen u. a.
				Ig	Is	Id	Is : Id	Ig V	Is V	Id V	Is V : Id V	Ig : Ig V	
—	58·0	43·5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Am Morgenritte Benkovac bis Zara.
59·0	53·0	40·5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	48·0	38·3	—	—	—	—	—						
—	45·5	37·3	—	—	—								
79·0	—	—		—	—	—		—		—			
—	29·5	26·3		—		—				—			
65·0	45·5	35·5					—	—			—		
—	51·0	—	—	0·513	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	48·8	37·8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Im (offenen) Stalle 29·3° Lufttemperatur.
62·0	49·0	37·9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	39·5	—	—	—	—	—	—	—	—		—		
78·0	33·2	28·8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
75·0	—	—		—			—	—	—		—		
	50·5	39·1	—	1·285	0·847	0·438	1·9				—		
—	—					—				—			
—	51·0	39·8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	36·8	32·9											
—	34·5	28·2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	In der Stadt zu derselben Zeit 25·8°.
—	—	—											
70·0	25·0	24·2											
	27·0	—	—	—									
	30·0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	35·0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	44·5	36·8	—	1·198		—							
	47·0	37·0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1h p. m. Temperatur des Meerwassers 22·6°.
	40·9	33·0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
64·0	—	—											
75·0	—						—						
61 0													
	51·0	40·5	—	—	—	—	—						
52·0	50·0	41·0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	50·1												
	46·5												
—	38·0	33·3											
43·0		—	—	1·063	0·627	0·436	1·4	—	—	—	—	—	4h p. m. Temperatur des Meerwassers 23·5°, der Luft 26·0°.
51·0					—	—	—	—	—	—	—	—	
49·0		—											
	51·0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	52·0	41·0	—	—	—	—							
	51·0												

Ort	Seehöhe in *m*	Datum Jahr 1911	Tageszeit	Sonnenschein	Bewölkung	Luftdruck n. r.	Wind	Lufttemperatur in C°
Kantonnement der II. Esk. beim Viehmarkte in Zara	5	18. VIII.	11h45	—	—	—	N_2	26·0
	5	»	12·05	S(4)	Str Cu_2	—	N_{1-2}	26·2
	5	»	12·10	»	—	—	—	—
	5	»	2·05	S_{3-4}	Cu_1	765·9	—	26·5
»	5	19. VIII.	7·06 a. m.	S_4	Cu_{8-9}	763·0	SE_1	23·0
	5	»	10·05	—	—	—	—	26·0
	5	»	11·30	S(4)	Cu_6	—	SE_1	28·0
	5	»	12·00	—	Cu_{4-5}	—	»	27·0
	5	»	2·30	—	—	763·6	—	—
	5	»	4·00	S_4	—	—	—	—
	5	»	5·20 p. m.	»	Cu_{6-7}	—	SE	23·0
»	5	20. VIII.	8·35 a. m.	S(4)	Cu_5 gegen SE, dunstig	763·6	SE_{1-2}	24·0
	5	»	8·45	S_4	»	—	—	—
	5	»	2·05	»	B_0	—	SE_3	28·0
	5	»	4·10	—	—	—	—	—
	5	»	8·00 p. m.	—	—	—	—	—
Manöver vom 21. bis 25. August. 1. Tag Etappe Zara—Nadin ö. vom Kloster S. Katerina bei Zemonico inferiore	—	21. VIII.	7h50 a. m.	—	Cu_3	763·5	SE_1	25·0
	85	»	10·00	S_4	Str Cu_2 im N und NE; Dunst im S	—	S_2	29·0
	—	»	10·05	»	Str Cu_2 im N und NE; Dunst im S	—	S_2	29·0
	—	»	10·33	»	Cu_2 besonders gegen N; Dunst im S	—	S_2	29·0
	—	»	11·45	S(4)	Cu_6 besonders um die Sonne	—	S_{1-2}	—
Bei S. Maria	128	»	11·50	»	ACu_{6-7}	—	»	—
Bei Biljani Donji	za. 160	»	12·20	S_4	Cu_{6-7}	—	—	30·5
Gendarmerieposten Nadin, Lager in der Nähe desselben bei der Quelle Bistrica. 2. Tag Etappe Nadin—Benkovac (Brigadeübung)	188	»	2·26	S_1 von Dunst umgeben	windstill	—	windstill	30·2
	185	»	8·05 p. m.	—	Cu_3	—	SE_2	24·8
	—	22. VIII.	7·45 a. m.	S_{3-4} von Wolken umgeben	Cu_8 netzförmig	—	—	23·5
	—	»	8·10	S_{3-4} von Wolken umgeben	Cu_6 netzförmig	—	—	26·0
Beim Friedhof von Benkovac	za. 195	»	8·30	S_{3-4}	»	—	NW_{1-2}	30·5
	—	»	8·48	»	feines Cu-Netz am Himmel zerstreut besonders in der Umgebung der Sonne	—	—	30·5
	—	»	8·52	»	Cu-Netze um die Sonne	—	N_1	29·9
	—	»	9·00	S(4)	Cu_{7-8}	—	—	29·9

Relative Feuchtigkeit in %	Strahlungstemperatur in C°	Wärmewirkung (Rubnersche Zahl)	Sonnenhöhe	Lichtmessung									Bemerkungen, Wassertemperaturen u. a.
				Ig	Is	Id	Is : Id	Ig V	Is V	Id V	Is V : Id V	Ig : Ig V	
—	49·0	37·5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
45·3	50·0	38·1	59°04'	1·133	0·680	0·453	1·5	0·119	—	—	—	9·5	Im (offenen) Stalle Lufttemperatur 27·0°.
—	—	—	58°48'	1·155	0·703	0·452	1·6	0·120	—	—	—	9·6	
—	51·3	38·9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
59·0	31·0	27·0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Schirokkowetter, bei welchem die aufgespritzten Straßen der Stadt kaum trocken werden.
—	50·0	38·0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	49·0	38·5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
64·0	51·0	39·0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	53·0	—	—		—	—	—		—				
—	49·0	—	—	0·631	0·330	0·301	1·1						
—	41·0	32·0	—	—	—	—	—	—	—	—			
76·0	48·5	36·3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	47·5	—	—	0·441	0·174	0·267	0·6	0·045	—	—	—	9·8	
61·5	—	—			—						—		
70·0		—	—						—				
70·1	—	—				—	—			—	—		
59·0	—	—	—	—								—	
67·0	50·3	39·6	—	—	—				—	—			
—	—	—			0·626	0·333	0·293	1·1					
—	50·5	—	53°00'	0·626	0·313	0·313	1·0	0·060	—	—	—	10·4	Wassertemperatur des Brunnens am nö. Abhange des Klosters S. Katerina bei Zemonico = 14·5°.
—	—	—	58°07'	1·331	0·677	0·654	1·0	—	—	—	—	—	
—	—	—	58°10'	1·351	0·745	0·606	1·2	—	—				
62·0	—	—	58°03'	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Zwischen 12h bis 1h 30' mehrere leichte sowie ein schwerer Fall von Hitzschlag mit Krämpfen.
47·5	55·0	42·6	—	1·343	0·763	0·580	1·3	—	—	—	—	—	
70·0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	45·0	34·2		—	—	—							
	—		—	—									
—	47·2	38·9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
37·0	47·5	39·0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
45·0	51·0	40·5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	51·0	—	—	1·104	0·562	0·542	1·0	—	—	—	—	—	

Ort	Seehöhe in *m*	Datum Jahr 1911	Tageszeit	Sonnenschein	Bewölkung	Luftdruck n. r.	Wind	Lufttemperatur in C°
Beim Friedhofe von Benkovac	—	22. VIII.	9h10	S_3	Wolken um die Sonne dichter	—	—	—
	—	»	9·20	$S_{(1)}$	Cu_{7-8}	—	—	—
Gehöfte in Benkovac, Lager der G. S. D. A.	179	»	2·05	—	Cu_7	—	SE_3	29·6
	179	»	3·20	$S_{(1)}$	Str Cu_{5-6} in dichten Lagen besonders im W und SW	—	—	—
	179	»	3·26	S_4	Gegen W trüber	—	—	30·8
	179	»	3·32	$S_{(3)}$	»	—	—	—
	179	»	3·36	S_{2-3}	Cu_6	—	—	31·0
	179	»	3·41	S_0	»	—	—	—
Hauptstraße von Benkovac	—	»	8·10 p. m.	—	Cu_5	—	SE_{1-2}	23·8
3. Tag, Etappe Benkovac—S. Katerina bei Zemonico inferiore		23. VIII.	8·08 a. m.	$S_{(4)}$	Cu_5 in S und SW	—	geringe Luftbewegung	29·3
	179	»	10·10	$S_{(1)}$	Cu_{5-6}	—	geringe Luftbewegung	33·0
	179	»	10·56	S_{1-2}	Cu_7	—	—	—
	179	»	11·55	S_0	Cu_{8-9}, Wolkenbank im S, im übrigen zerstreutes Gewölk	—	—	35·0
Außerhalb des Ortes Benkovac	—	»	12·15	S_{0-1}	Cu_{8-9}	—	windstill	34·1
	—	»	12·20	»	»	—	»	35·0
	—	»	1·20	S_2	Cu_6 dünner	—	geringe Luftbewegung	34·5
	—	»	1·30	S_{2-3}	Str Cu_{4-5}	—	geringe Luftbewegung	34·9
An der westlichen Straßenseite zirka 5·5 *km* von Benkovac	156	»	2·02	S_4 von leichtem Dunst umgeben	Str Cu_{1-2}, Luft klar	—	NNE_{1-2}	34·5
	—	»	2·12	S_4	Fernsicht gegen Velebit rein	—	»	—
	—	»	2·15	»	—	—	—	35·0
In der Gegend des Brunnens Trnovac an der östlichen Straßenseite	—	»	3·40	—	Cu_{1-2}	—	—	33·8
	—	»	3·50	S_4	Cu_1 locker; Himmel tiefblau	—	WSW_{0-1}	33·4
	—	»	4·05	»	Cu_1 locker; Himmel tiefblau	—	»	—
W. H. Nikić (Nadin)	187	»	4·50	»	B_0	—	—	32·5
	—	»	5·25	—	—	—	—	31·0
Feldlager westlich vom Kloster S. Katerina	za. 85	»	10·15 p. m.	Nacht	B_{0-1}	—	SE_2	21·5
4. Tag, Umgebung von Polešnik		24. VIII.	3·00 a. m.	Vor Sonnenaufgang	Dunst	—	N_{0-1}	18·5
Zwischen Goles und Sv. Ante	101	»	5·30	S_4 Sonne aufgegangen	—	—	—	23·0
Bei Sv. Ante	127	»	7·00	S_4	dunstig	—	NW_{0-1}	27·5
Kuppe bei Visočane	103	»	8·15	»	Cu_{0-1}	—	»	27·6 in tiefem Schatten

Relative Feuchtigkeit in %	Strahlungstemperatur in C°	Wärmewirkung (Rubnersche Zahl)	Sonnenhöhe	Lichtmessung									Bemerkungen, Wassertemperaturen u. a.
				Ig	Is	Id	Is : Id	Ig V	Is V	Id V	Is V : Id V	Ig : Ig V	
—	47·8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	52·0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	11h00 nach dem Einrücken in Benkovac (Hauptstraße) 27·5° bei SE_{3-4}.
52·0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	52·0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	41·4	—	0·745	0·405	0·340	1·2	—	—	—			
—	48·0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
35·0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		—	
—	39·0	35·0	—	—		—	—	—	—	—	—		
60·5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
38·1	49·0	39·2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	56·3	44·6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	58·0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Abmarsch von Benkovac.
—	53·0	44·0	—	—	—	—	—	—	—	—		—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	57·0	46·0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Nach Messung von anderer Seite 35·5°.
(62·0)	56·8	45·7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Bestimmung der relativen Feuchtigkeit nicht ganz sicher.
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	— Keine Zeit zur Messung der Lichtintensität.
—	54·0	44·3	48·35'	1·433	0·919	0·514	1·8	—	—	—	—	—	Messungen der Lichtintensität außerhalb der Staubzone angestellt. Von anderer Seite wurden 35·5° gemessen.
45·0	55·1	—	44·28'	1·461	1·000	0·461	2·2	—	—	—	—	—	
—	55·5	45·3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	In der Nähe des an der östlichen Straßenseite folgenden Brunnens ein schwerer und zwei leichte Fälle von Hitzschlag.
32·0	52·3	43·1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	0·284	0·105	0·179	0·6	—	—	—	—	—	Hier ist der Automobiltrain von Zara mit Trinkwasser angekommen. Temperatur desselben nach einigen Proben 20·2°.
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
62·0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Nach Messung von anderer Seite 24·0°. Tau am Plateau von Ljubičica.
61·0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	0·642	0·340	0·302	1·1	—	—	—	—	—	Mehrere Fälle von deutlicher Wärmestauung und Erschöpfung.

Ort	Seehöhe in *m*	Datum Jahr 1911	Tageszeit	Sonnenschein	Bewölkung	Luftdruck n. r.	Wind	Lufttemperatur in C°
Kuppe bei Visočane	103	24.VIII.	8h45	S_4	Cu_{0-1}, besonders gegen W dunstig	—	NW_3	28·0
»	103	»	9·05	S_5	Cu_{0-1} besonders gegen W dunstig	—	»	30·5
Steiniges Feld bei Knežević	za. 70	»	10·10	»	Cu_{0-1}	—	NW_2	—
Hilfsplatz in der Gegend (s.) von Dračevac	—	»	10·51	»	»	—	NW_3	33·2
Hilfsplatz in der Gegend (s.) von Dračevac	—	»	10·56	S_4 Dunst um die Sonne	»	—	»	32·0
Verbandplatz in der Nähe davon	za. 72	»	11·10	S_4	B_0 dunstig	—	NW_{1-2}	—
Verbandplatz in der Nähe davon	—	»	12·05	»	»	—	»	33·3
Verbandplatz in der Nähe davon	—	»	12·10	»	—	—	—	34·0
Verbandplatz in der Nähe davon	—	»	12·25	$S(_4)$	Cu_0 Ci_{1-2}	—	NW_3	33·9
Hilfsplatz	za. 70	»	1·15	»	Ci_{2-3} in Netzen	—	NW_4	—
»	—	»	1·30	S_{3-4}	Das Firmament umzieht sich mit Ci-Netzen	—	NW_{5-6}	30·0
»	—	»	2·20	S_3	Das Firmament umzieht sich mit Ci-Netzen	—	»	28·0
Am Rückmarsche nach Polešnik	—	»	4·05	»	B_{8-9}	—	WNW_6	27·0
Feldlager am Südabhange von Polešnik	za. 105	»	8·30 p.m. –	—	B_8	—	NW_2	23·1
Feldlager am Südabhange von Polešnik	—	»	9·15 p.m.	—	B_5	—	NW_3	21·5
5. Tag, Umgebung von Bucić—Dračevac und Rückmarsch nach Zara	za. 60	25.VIII.	5·57 a.m.	S_{0-1}	B_8 besonders im S und SE	—	windstill	21·5
	—	»	6·07	S_{2-3}	Str Cu_{8-9} im S in Zunahme	—	S_1	23·9
	—	»	6·14	S_{1-2}	Das Gewölk im S hat sich zu einer mächtigen, schwarzen, horizontal geschichteten, scharf begrenzten Wolkenbank verdichtet, die nach unten von grauweißen Cu-Ballen umsäumt wird	—	S_2	24·0
Hilfsplatz bei Gospodarstva Losario	69	»	6·32	—	B_{10}	—	WSW_{5-6} in Stößen	23·6
	69	»	7·12	S_0	Regen	—	S_3	19·3
	69	»	7·52	»	»	—	S_{2-3}	17·5 17·0 im Winde
	69	»	11·17	S bricht durch den Wolkenrand	B_8	—	S_1	21·9

Relative Feuchtigkeit in %	Strahlungstemperatur in C°	Wärmewirkung (Rubnersche Zahl)	Sonnenhöhe	Lichtmessung									Bemerkungen, Wassertemperaturen u. a.
				Ig	Is	Id	Is : Id	Ig V	Is V	Id V	Is V : Id V	Ig : IgV	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	49·0	39·8	39°55'	1·569	1·201	0·368	3·3	—	—	—	—	—	Die Sonne erscheint mit dem Rotglase beobachtet besonders rein.
—	—	—	49°40'	1·476	1·088	0·388	2·8	—	—	—	—	—	
—	50·9	42·1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	54°35'	1·490	1·070	0·420	2·5	—	—	—	—	—	
—	51·0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	52·0	42·7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	53·0	42·5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Es wird fühlbar kühler.
57·0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3h 30' zunehmende Bewölkung, es fallen einige Regentropfen. In Zara zu dieser Zeit 5·1 *mm* Niederschlag.
—	38·5	32·8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
62·5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
65·0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Im Wolkenschatten.
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			Mächtiges Frontgewitter rückt unter Schirokko-Böen von S heran. — Leider konnte das prachtvolle Wolkenbild nicht photographisch fixiert werden.
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Die Menge des Niederschlages zwischen 7 bis 8h a. m. betrug in Zara 5·6 *mm*.
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Beginnende Aufheiterung von S her. Bewölkung zieht sich nach N zurück.

Ort	Seehöhe in *m*	Datum Jahr 1911	Tageszeit	Sonnenschein	Bewölkung	Luftdruck n. r.	Wind	Lufttemperatur in C°
	69	25. VIII.	11h47	S_4	Str Cu_4	—	—	25·0
Kuppe bei Dračevac	—	»	12·04	»	Cu_1	—	—	—
Auf der Straße Ljubac—Zara, südlich von Brig nach dem »Abblasen«	—	»	2·45	»	Cu_{0-1}	—	N_1	25·7
	za. 30	»	2·55	»	»	—	—	—
Zara 44°7' n. Br.	5	»	9·00 p.m.	—	B_0	765·4	—	23·1
Zara	9	26. VIII.	11·30	S_4	B_0	—	—	25·1
»	9	»	2·05	»	»	764·8	NW_2	27·5
An Bord der „Georgia" während der Fahrt von Zara nach Spalato zirka 43° 30' n. Br.	0	»	3·45	S_4 etwas dunstig	Cu_{2-3}; Bank über dem Velebit	—	NW_1	28·1
	0	»	4·29	S_4	Cu_2 im N	—	NW_{1-2}	26·8
	0	»	5·20	»	Cu_{0-1} im N	—	»	—
	0	»	5·30	»	Ziemlich klar	—	»	—
	0	»	6·33 p.m.	Nach Sonnenuntergang	—	—	—	24·5
Ritt von Spalato nach Sinj von zirka 5—11h a. m.	—	27. VIII.	7h00 a.m.	S_4	Cu_{5-6}	—	NNE_6	24·3
	—	»	Tagsüber meist:	S_{3-4}	Cu_5	—	NNE_{5-6}	—
Kantonnement der II. Esk. der B. D. L. S. in Sinj	326	28. VIII.	12h10	S_4	B_0	—	N_{1-2}	30·5
	326	»	Tagsüber:	»	Klar, tiefblauer Himmel	—	N_2	—
Kantonnement der II. Esk. der B. D. L. S. in Sinj	326	29. VIII.	9h19	»	B_0 leichter Dunst im S und SE	—	—	27·2
	326	»	10·54	»	B_0	—	—	29·0
	326	»	11·05	»	»	—	—	29·0
	326	»	11·07	»	»	—	—	29·0
	326	»	11·09	»	»	—	N_{1-2}	—
	326	»	11·12	»	»	—	»	—
	326	»	12·00	»	»	—	»	—
	326	»	2·05	»	»	—	—	34·0
	326	»	3·05	»	»	—	NE_2	31·6
	326	»	3·45	»	»	—	—	—
In der Nähe der Infanteriekaserne	328	»	4·11	»	»	—	windstill	30·4
	328	»	4·15	»	»	—	▪	—
	328	»	4·35	S_4 vor Untergang	»	—	geringe Luftbewegung	—
	328	»	4·48 p.m.	—	Dunst	—	—	29·5
Kantonnement der II. Esk.	326	30. VIII.	9·39	S_4 klar	B_0	—	—	26·8 im Schatten

Relative Feuchtigkeit in %	Strahlungstemperatur in C°	Wärmewirkung (Rubnersche Zahl)	Sonnenhöhe	Lichtmessung									Bemerkungen, Wassertemperaturen u. a.
				Ig	Is	Id	Is : Id	Ig V	Is V	Id V	Is V : Id V	Ig : Ig V	
65·0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	56°56'	1·987	1·652	0·335	4·9	—	—	—	—	—	Cu-Bank am Velebit, sonst rein blauer Himmel.
52·5	51·6	38·7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	52·0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Schluß der Landungsmanöver.
80·0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
73·0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
57·5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	51·5	39·8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3h 20' p. m. Abfahrt von Zara; Rücktransport der II. Esk. der B. D. L. S. nach Spalato per mare.
—	48·5	37·7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	45·6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	0·241	0·133	0·108	1·2	—	—	—	—	—	
—	24·9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10h 30' p. m. Ankunft in Spalato.
58·0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Heftige Bora mit Staub in den Vormittagsstunden. Abends in Sinj wesentliche Abkühlung.
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
59·0	59·1	44·8	—	1·357	—	—	—	—	—	—	—	—	Besonders reiner Tag; aus Zeitmangel leider keine weiteren Daten.
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	56·5	41·9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	62·4	45·7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	63·3	46·2	54°02'	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	65·1	47·1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	64·7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	62·5	—	—	1·420	1·030	0·390	2·6	0·201	—	—	—	7·1	
—	60·0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
—	51·0	42·5	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
—	53·0	42·3	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
—	—	—	—	—	0·414	—	—	—	—	—	—	—	Sonnenscheibe allein gemessen; Mittel aus zehn Bestimmungen. Von der Straße reflektiertes Licht mit der angewendeten Methode nicht bestimmbar.
—	—	—	—	0·467	—	—	—	—	—	—	—	—	Ig von der Straße reflektiert (2 *m* über derselben) 0·082, also Ig r : Ig = 1:5·9.
—	—	—	—	0·420	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	0·345	0·056	0·289	0·2	0·055	—	—	—	6·3	Von einer weißen Mauer reflektiertes Licht mit der angewendeten Methode nicht bestimmbar.
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	60·5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	

Ort	Seehöhe in *m*	Datum Jahr 1911	Tageszeit	Sonnenschein	Bewölkung	Luftdruck n. r.	Wind	Lufttemperatur in C°
Kantonnement der II. Esk.	326	30. VIII.	9h49	S_4 klar	B_0	—	—	—
	326	»	10·08	»	»	—	N_1	—
	326	»	10·30	»	»	—	»	28·0
	326	»	11·00	»	»	—	—	29·0
	326	»	11·45	S_5	»	—	—	—
	326	»	11·58	S_4	»	—	—	—
	326	»	12·17	»	»	—	—	30·6
	326	»	12·20	»	W	—	N_{1-2}	—
	326	»	12·30	»	»	—	—	—
	326	»	3·20	»	»	—	windstill	30·2
	326	»	3·30	»	B_0	—	—	—
	326	31. VIII.	11·28	S_5	B_0 klarer, tiefblauer Himmel	—	$NW_{0·5}$	29·9
Beim Stadtturme von Sinj	za. 360	»	12·17	S_4	B_0 klarer, tiefblauer Himmel	—	NW_{1-2}	—
Kantonnement der II. Esk.	326	»	2·00	»	Cu_1 im E	—	—	—
	326	»	3·00	$S(_4)$	Cu_2 im E	—	—	—
Wagenfahrt von Sinj über den Prolog-Paß nach Livno.								
Plateau bei Obrovac	440	31. VIII.	4h00 p. m.	S_4	Cu_6 besonders im NE und E	—	N_{1-2}	25·1
	—	»	4·08	S_0	Cu_{6-7} im E, NE und SE	—	N_2	—
Gendarmerieposten Bilibrig	557	»	4·46	S_{1-2}	Cu_{6-7} im E, NE und SE	—	»	—
	—	»	5·50	—	—	—	N_{4-5}	21·0
	1100	»	6·15	Dämmerung	Cu_7 besonders im SE, im S schwere Gewitterwolken	—	N_5	17·6 im Winde
	—	»	6·37	»	—	—	—	—
Paßhöhe Hanvaganj	1173	»	6·40	tiefe Dämmerung	Cu_{6-7}	—	N_{4-5}	15·2
	980	»	8·40	Nacht	B_4	—	—	—
Livno zirka 43° 48' n. Br.	711	»	11·00 p. m.	»	B_6	—	—	—
	711	1. IX.	12·37	S_4	B_0 Dunst im NW	—	N_1	22·4 21·3 in tiefem Schatten
	711	»	12·45	»	B_0, Dunst	—	N_{0-1}	—
	711	»	1·10	»	»	—	»	—
	711	»	3·00	»	—	—	—	21·0
3h 35' Abfahrt von Livno	711	»	3·04	»	—	—	—	21·0

Relative Feuchtigkeit in %	Strahlungstemperatur in C°	Wärmewirkung (Rubnersche Zahl)	Sonnenhöhe	Lichtmessung									Bemerkungen, Wassertemperaturen u. a.
				Ig	Is	Id	Is : Id	Ig V	Is V	Id V	Is V : Id V	Ig : Ig V	
—	60·2	—	—	1·307	0·973	0·334	2·9	0·165	0·154	0·011	14·0	7·9	
—	—	—	—	1·341	—	—	—	—	—	—	—	—	Ig r, Unterlicht, zum Teile von der Straße reflektiert (2 *m* über derselben 0·353, also Ig r : Ig = 1 : 3·8.
—	61·8	44·9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	60·8	44·9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	64·0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	60·8	—	55°34'	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	55°08'	1·447	1·090	0·357	3·1	0·169	0·156	0·013	12·0	8·6	
—	59·0	—	55°02'	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	60·3	—	54°46'	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
31·0	54·5	42·4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	0·550	0·273	0·277	1·0	0·078	—	—	—	7·1	
—	60·5	45·2	—	1·490	1·064	0·426	2·5	0·229	—	—	—	6·5	
—	—	—	54°45'	1·296	0·876	0·420	2·1	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	1·300	—	—	—	—	—	—	—	—	Ig von der Straße reflektiert (2 *m* über derselben) 0·296, also Ig r : Ig = 1 : 4·4. Über den Bergen im E steigen mächtige Cu-Wolken auf.
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	0·435	(0·180)	0·255	(0·7)	—	—	—	—	—	Id bei $S_{(4)}$ (Wolken nahe der Sonne) bestimmt, daher Is sowie Is : Id unsicher.
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Temperatur des Zisternenwassers im Stationshause von Bilibrig 15·0°.
67·0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Die von der Paßhöhe blasende Bora wird als eisig empfunden.
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Paßhöhe überschritten. Um etwa die gleiche Zeit in Sinj etwas Regen. Cu-Bank am Mt. Prologo, bekanntes Borazeichen.
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Sternschnuppenschwarm in der Richtung NW—SE von großer Helligkeit.
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Ankunft in Livno.
—	45·5	34·0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Wassertemperatur der Quelle »Duman« 7·9°. In den Vormittagsstunden in Sinj B_{5-6} und merklich kühler als am Vortage.
—	—	—	—	1·266	0·893	0·373	2·4	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Temperatur des Wassers am Auslaufbrunnen im Orte = 8·9°.
—	44·9	34·0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Im Tale Rauch von Dorffeuern und Wiesenbränden.
—	45·3	33·2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	

Ort	Seehöhe in *m*	Datum Jahr 1911	Tageszeit	Sonnenschein	Bewölkung	Luftdruck n. r.	Wind	Lufttemperatur in C°
Paßhöhe Hanvaganj	1173	1. IX.	6h38 p. m.	—	B_0	—	N_2	12·3
	—	»	7·15	Klare Nacht	»	—	N_{0-1}	12·0
Ankunft in Sinj	326	»	10·45	»	»	—	—	19·0
	326	»	11·55	»	»	—	—	18·9
Sinj	326	2. IX.	9h15 a. m.	S_4 rein	B_0	—	N_1	24·0
	326	»	10·00	»	»	—	»	24·0
	326	»	10·30	»	»	—	»	25·1
	326	»	10·36	S_5	»	—	»	25·1
	326	»	11·10	»	»	—	»	26·1
	326	»	11·15	S_4	»	—	»	—
	326	»	11·35	»	»	—	»	26·9
Von 2.—4. IX. Reise von Sinj via Spalato nach Lussin								
Insel Lussin.								
Bucht von Cigale; geogr. Br. zirka 44° 30' n.	1	4. IX.	11h19	S_4	B_0	—	N_1	26·2
	1	»	11·30	»	»	—	»	26·1
Insel Sansego, gegen NE offene Bucht »Buck«	2	»	4·15	»	B_0, starker Dunst	—	N_1	25·7
	2	»	4·20	»	»	—	»	—
Lussingrande beim Wetterhäuschen	5	5. IX.	10·12 a. m.	S_4 trübe	B_0 in der Ferne dunstig	—	N_{3-4}	25·6
	5	»	12·07	S_4	B_0	—	N_3	25·6
An Bord der „Tatra“	0	5. IX.	4h30 p. m.	$S(_4)$	Alto Cu_{1-2} besonders um die Sonne	—	N_{1-2}	26·3
	0	»	4·37	»	—	—	—	—
	0	»	4·43	$S(_4)$ von Dunst umgeben	Cu_{1-2} im W und Bank im E, einzelne Ci von W	—	N_{0-1}	—
	0	»	4·48	$S(_4)$ dunstig	C_{1-2}	—	vollkommen windstill	—
Mt. Ossero passiert zirka 44° 40' n. Br.	0	»	5·10	»	Cu_{2-3} Dunst im W stärker	—	N_{1-2}	—
	0	»	5·33	S_4	Str Cu_{2-3}	—	N_1	26·0
	0	»	5·46	»	—	—	—	—
	0	»	5·52	»	Starker Dunst im W, Fernsicht nach NW beschränkt	—	—	—
	0	»	5·55	»	—	—	N_1 mit Böen	—
Nahe der Nordspitze der Insel Cherso zirka 45° 10' n. Br.	0	»	6·03	—	—	—	—	—
	0	»	6·15	—	—	—	—	26·0
Sonne verschwindet hinter dem Kap Promontorio	0	»	6·23	Sonne untergegangen	B_3	—	—	—

Relative Feuchtigkeit in %	Strahlungstemperatur in C°	Wärmewirkung (Rubnersche Zahl)	Sonnenhöhe	Lichtmessung									Bemerkungen, Wassertemperaturen u. a.
				Ig	Is	Id	Is : Id	Ig V	Is V	Id V	Is V : Id V	Ig : IgV	
—	—	—	—			—	—		—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			
—	—	—		—	—	—	—	—	—	—			
—	—	—	—	—				—	—		—	—	Temperatur des Wassers am Auslaufbrunnen der Piazetta = 18·7°.
—	59·0	41·5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Besonders klarer Tag.
—	61·0	42·0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	61·4	43·3	50°09'	—	—	—	—	—		—	—	—	
—	61·0	43·1	50°38'	1·474	1·082	0·392	2·8	—	—	—	—	—	
—	58·5	42·3	53°10'	1·433	1·060	0·373	2·8	—	—	—	—	—	
—	58·2	—	—	—	—	—	—				—	—	
32·0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	11h 30' Temperatur des Wassers am Auslaufbrunnen der Piazetta = 19·1°.
—	53·1	39·7	—	—									
—	54·3	40·2	53°30'	1·237	0·866	0·371	2·3	—	—	—	—	—	Temperatur des Meerwassers (bis zur Tiefe von 50 *cm*) im Bade von Cigale = 22·5°.
63·0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Temperatur des Meerwassers am Strande 28·4°; zirka 20 *m* vom Ufer an der Oberfläche (keine Wellen) 24·5°, also nahezu gleich der Lufttemperatur.
97·5	48·7 am Wetterhäuschen	37·2	—	0·893	0·542	0·351	1·5	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	1·343	0·940	0·403	2·3	—	—	—	—	—	
	42·7	34·05	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	44·5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	44·0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	43·3	—	—	0·209	0·067	0·142	0·5	—	—	—	—	—	Rauch des Schiffes und Sonnendächer machen genauere Bestimmung der Lichtintensität unmöglich.
	42·1	—	—	0·150	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	39·5	32·8	—	0·139	—	—	—	—	—	—	—	—	
	—	—		—									
—	—	—	—	0·062									
	35·6	—	—										
—	34·0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	31·5	28·8	—	—		—				—	—		
—	27·9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Nach 7h p. m. am Molo in Fiume.

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Vorwort	1 [93]
Einleitung	2 [94]
1. Lufttemperatur	4 [96]
2. Strahlungstemperatur	6 [98]
3. Luftfeuchtigkeit	10 [102]
4. Luftdruck und Luftbewegung	12 [104]
5. Belichtung	21 [113]
Zusammenfassung und Ergebnisse	37 [129]
Tabellen	41 [133]

UNTERSUCHUNGEN ÜBER DIE METEOROLOGISCHEN VERHÄLTNISSE DER PAMIRGEBIETE

(ERGEBNISSE EINER REISE IN OSTBUCHARA)

VON

DR. HEINRICH FICKER

(MIT 17 TEXTFIGUREN UND 1 KARTENSKIZZE)

VORGELEGT IN DER SITZUNG AM 12. JUNI 1919

Einleitung.

Im Jahre 1908 habe ich unter dem Titel »Zur Meteorologie von Westturkestan«[1] eine Abhandlung veröffentlicht, die auf Grund zehnjähriger Beobachtungen einer Reihe von Stationen des russischen Stationsnetzes eine Übersicht über die klimatischen Verhältnisse Westturkestans zu geben versuchte. Der Wert dieser rein klimatologischen Arbeit wird durch den Umstand wesentlich beeinträchtigt, daß ich zu jener Zeit Westturkestan noch nicht persönlich kannte.

Wenn ich nun abermals über die meteorologischen Verhältnisse speziell turkestanischer Gebirge eine Untersuchung vorlege, so liegt Ursache und Rechtfertigung darin, daß mir unterdessen eine Reise in den Gebirgen Ostbucharas die persönliche Kenntnis jener entlegenen Gebiete vermittelt und mir nicht nur Gelegenheit zu eigenen Beobachtungen gegeben, sondern auch die Überzeugung beigebracht hat, daß jene erste Untersuchung besonders in meteorologischer Beziehung vollständig ungenügend gewesen ist.

In der vorliegenden Arbeit, in der das Interesse an meteorologischen Fragen überwiegt, sind die Ergebnisse einer halbjährigen Reise in Ostbuchara mit Ergebnissen langjähriger Beobachtungen an meteorologischen Stationen Westturkestans kombiniert. Die Verlockung, mich auf die Reisebeobachtungen allein zu beschränken und einen meteorologischen Reisebericht in der Art zu verfassen, in der J. W. Sandström seine Untersuchung »Eine meteorologische Forschungsreise in dem schwedischen Hochgebirge«[2] veröffentlicht hat, war allerdings sehr groß und um so größer, als ich glaube, daß diese Art meteorologischer Berichte in der Zukunft eine sehr beliebte werden wird.

Wenn ich trotzdem auf diese lebendige, eindrucksvolle Art der Darstellung verzichte, geschieht es in der Überzeugung, daß durch die Kombinierung der Reisebeobachtungen mit russischem Stations-

[1] Denkschr. der k. Akad. der Wiss. Bd. LXXXI, Wien 1908.

[2] Kungl. Svenska Vetenskapsakademiens Handlingar. Bd. 50, Nr. 9. Uppsala 1913.

material der wissenschaftliche Gehalt der Veröffentlichung schon deshalb ein unvergleichlich größerer werden muß, weil gerade die Reisebeobachtungen trotz ihres geringen Umfanges sich als ausgezeichnete Wegweiser bei Bearbeitung des Stationsmaterials bewährt haben. Hierin liegt ja der Wert derartiger Reisebeobachtungen, selbst in Gebieten, die ein regelmäßig funktionierendes meteorologisches Netz besitzen.

Der Wert der Reisebeobachtungen ist dadurch nicht erschöpft. Durch den raschen Ortswechsel — an sich der Hauptnachteil eines meteorologischen Reisematerials — ergibt sich Gelegenheit zu Beobachtungen (Vegetationsgrenzen, Firnlinie, Vergletscherung), die uns kein Stationsmaterial bieten kann. Kommt ferner hinzu, daß in dem von der Reiseroute durchzogenen Gebiete überhaupt keine Stationen sich befanden, so ergibt sich durch das Reisematerial Gelegenheit, ein noch unbekanntes Gebiet wenigstens in großen Zügen an bekannte Gebiete anzuschließen.

Eine eingehende Benützung des russischen Stationsmaterials erscheint mir noch aus einem anderen Grunde geboten. Das ausgezeichnete russische Stationsnetz Turkestans ist durch die Entwicklung der politischen Verhältnisse im russischen Reich entweder gänzlich vernichtet oder doch für längere Zeit außer Tätigkeit gesetzt. Eine Ausnutzung des vorhandenen Beobachtungsmaterials scheint mir aber um so mehr geboten, als das Netz Westturkestans die einzige Verbindung zwischen dem europäischen und indischen Netz dargestellt hat.

Ich habe das Zahlenmaterial möglichst beschränkt, da ja die eingangs erwähnte Untersuchung ausführliche Tabellen der klimatischen Mittelwerte enthält. Nur dort, wo jene Untersuchung zu mangelhaft ist, wie zum Beispiel bei Erörterung der Bewölkungsverhältnisse, sind Ergänzungen nötig.

Mit Rücksicht darauf, daß das in Betracht kommende Gebirgssystem in großem Umfang Hochsteppengebiete aufweist, ist die Klarlegung der meteorologischen Verhältnisse und Wirkungen einer Hochsteppe im Gegensatz zum Gebirge der Hauptzweck dieser Untersuchung. Parallelen mit den Alpen werden sich häufig ergeben und der Gegensatz zwischen West- und Ostturkestan kann schon deshalb nicht unberücksichtigt bleiben, weil die Hochsteppe und die von ihr ausgehenden Gebirge das Grenzgebiet sind.

Von einem Abdruck der gesamten Reisebeobachtungen sehe ich ab, nicht nur mit Rücksicht auf den Umfang der Untersuchung, sondern auch deshalb, weil viel unnötiger Ballast mit veröffentlicht werden müßte. Mit Rücksicht auf viele Ortsangaben im Text ist aber eine kurze Schilderung unserer Reiseroute unerläßlich.

Das Reisegebiet.

Im Frühling des Jahres 1913 entsandte der Deutsche und Österreichische Alpenverein eine Expedition in das Khanat Buchara. Leiter dieser Expedition war Herr W. R. Rickmers, Teilnehmer waren Dr. Klebelsberg (Geologe), Dr. Deimler (†) (Geodät), Verfasser (Meteorologe). Die Expedition verließ am 17. Mai 1913 Samarkand, überschritt die niedrige Kemkutankette, 2214 *m* (Westausläufer der Hissarischen Kette), und erreichte damit das bereits auf bucharischem Gebiet liegende Becken von Kitab-Scharschaus. Den Übergang über den Hauptkamm der Hissarischen Kette (Mai) vermittelte der Paß Sangardak (Langarimardan, 3450 *m*). Längs des Südfußes der genannten Kette zogen wir durch das sogenannte mittelbucharische Talbecken, das den Mittelläufen der Flüsse Surchan-Kafirnihan angehört. Über die niedrige Wasserscheide von Obi Garm erreichten wir am 27. Juni unser eigentliches Arbeitsgebiet, das Tal des Flusses Wachsch-Surchob-Muksu.[1]

[1] Dieser bedeutendste Nebenfluß des Amudarja führt von seiner Mündung bis zur Einmündung des Chingob den Namen Wachsch, bis zur Vereinigung des Muksu mit dem Kisilsu den Namen Surchob; der Kisilsu führt in das Alaital (Hochsteppe), der Muksu in grandioser Durchbruchsschlucht ebenfalls zur Hochsteppe.

Von Ende Juni bis Ende September blieben wir im Bereiche der Kette Peters des Großen (Periochtau), die ihren Ursprung am westlichen Pamirrand nimmt und, gegen Westen ziehend, bei der Einmündung des Chingob in den Surchob ihr Ende findet. Während dieser drei Monate verbrachten wir die Zeit vom 16. Juli bis 28. August auf der Hochfläche von Tuptschek (Karaschura) zwischen westlicher und östlicher Kette Peters des Großen, wobei unsere Lagerplätze sich in Höhen von 2820 bis 3150 *m* hielten, von zahlreichen Hochgebirgsexkursionen abgesehen. Diese Hochfläche hat Pamircharakter und der Aufenthalt war besonders wegen des Vergleiches mit der Station Pamirski Post wichtig. Auf der Südseite der Kette Peters des Großen (Tal des Chingob) verweilten wir vom 29. August bis 26. September; Standquartier längerer Dauer Paschimgar, 2660 *m*. Den Rückweg nach Samarkand nahmen Dr. Klebelsberg und ich über Mittelbuchara und den Hauptkamm der Hissarischen Kette in das Serafschantal, wobei wir die Pässe Schuturgardan, 3475 *m*, und Laudan, 3600 *m*, überschritten.

Das Reisegebiet ist kartographisch festgelegt durch die russische Zehnwerstkarte (1 : 420.000), die ein verhältnismäßig zuverlässiges Bild der Haupttäler gibt, aber die Seitentäler und die Hochregion vollkommen ungenügend darstellt, da die Karte, auf Routenaufnahmen basierend, nichts anderes ist als eine erste Grundlage. Sie enthält nur sehr wenige Höhenangaben. Unsere ganze Reiseroute berührte nur 60 Punkte, die auf der Karte mit einer barometrisch berechneten Höhenzahl versehen sind. Die Höhenzahlen sind wenig genau aus Gründen, auf die bei Besprechung der Luftdruckbeobachtungen eingegangen werden muß und die beweisen werden, daß auch die von uns berechneten Höhen nicht sehr genau sein können. Dieser geringe Grad von Genauigkeit der Höhenangaben spielt für die meteorologischen Betrachtungen keine Rolle.

Die turkestanische Abteilung der Russischen Geographischen Gesellschaft hat einen von Oberst P. K. Saljesski bearbeiteten Katalog aller nach Länge, Breite und Höhe vermessenen Punkte des ehemaligen turkestanischen Militärbezirkes veröffentlicht. Dieser wertvolle Katalog,[1] für dessen gründliche, kritische Bearbeitung der Name des durch seine Schweremessungen in Turkestan rühmlich bekannten Verfassers bürgt, gibt für unser Reisegebiet nur 35 vermessene Punkte, von welchen die Hälfte auf die Gebirgsgebiete im engeren Sinne entfällt. Die Höhenzahlen beruhen ebenfalls auf barometrischer Messung. Die Höhenangaben der meteorologischen Stationen entnehme ich grundsätzlich den russischen meteorologischen Jahrbüchern (Annales de l'Observatoire physique central Nicolas), da diesen Angaben meist mehrjährige Luftdruckbeobachtungen zu Grunde liegen.

Benutzte Instrumente.

Temperatur und Feuchtigkeit wurden ausschließlich mit Assmann's aspirierten Thermometern gemessen, von welchen zwei Stücke des kleinen Modells mitgeführt wurden. Ferner wurden ein Schwarzkugel-Vakuumthermometer und verschiedene Thermometer zur Messung im Erdboden und Wasser benutzt.

Zur Luftdruckmessung dienten ein Heberbarometer von Jaborka in Wien (Modell für Ballonaufstiege), ein ebenfalls auf vielen Ballonfahrten erprobtes englisches Aneroid und zwei Siedepunktsthermometer (von Fueß und Casella). Zur Registrierung von Temperatur und Luftdruck in den Standquartieren längerer Dauer führte ich kleine Modelle von Richard mit.

Ich hatte die Absicht, den langen Aufenthalt in größeren Höhen unter den günstigen klimatischen Bedingungen Turkestans zu zahlreichen Messungen der nächtlichen Ausstrahlung zu verwenden, da diese Spezialmessungen mir des einfachen Apparates (Angströms Tulipa) wegen mit dem Stil und Zweck unserer Expedition vereinbar schienen. Leider wurde der Apparat trotz sorgfältiger Verpackung durch den Sturz eines Packpferdes unbrauchbar, ehe ich eine längere Messungsserie in größerer Höhe durchgeführt hatte. Im übrigen sind auf einer derartigen Reise die Augen des Beobachters bestes Instrument, das uns gerade jene Feststellungen ermöglicht, die wir in den Beobachtungsjournalen stabiler Stationen gewöhnlich vergebens suchen.

Methode der Beobachtungen, Bearbeitung des Materials.

Da unsere Expedition in erster Linie die Erforschung der Hochgebirgsregion durch möglichst zahlreiche Exkursionen in das Hochgebirge zur Aufgabe hatte, konnte selbst in den Standquartieren längerer Dauer den instrumentellen Beobachtungen nur wenig Zeit gewidmet werden. Ich habe mich zwar bemüht, Temperatur und Feuchtigkeit alltäglich zu den gleichen Stunden zu beobachten, konnte es aber durchaus nicht immer durchführen. Im allgemeinen legte ich mehr Wert auf die Führung eines Wetterjournals und die Beobachtung einzelner Witterungsvorgänge, in der Meinung, daß die meteorologischen Eigentümlichkeiten einer flüchtig passierten Gegend viel besser aus derartigen Beobachtungen erschlossen werden können, als aus lückenhaften Instrumentalbeobachtungen bei raschem Wechsel des

[1] Полный каталогъ астрономическихъ опредѣленій туркестанскаго военнаго округа и прилегающихъ къ нему земель (1867—1911 г.). — Ташкентъ 1911 г.

Aufenthaltsortes. Als Beispiel erwähne ich, daß ein gewissenhaft geführtes Reisejournal ein viel zutreffenderes Bild der Gewittertätigkeit in diesen Gebirgen liefert als die langjährigen Beobachtungen zahlreicher Stationen in der Randzone des Gebirges, abgesehen davon, daß aus diesen Stationsbeobachtungen niemals die Eigenart turkestanischer Gebirgsgewitter deutlich wird.

Einen großen Wert legte ich nur auf das Funktionieren der Registrierapparate in den Standquartieren, weil mir nur diese Registrierungen in Verbindung mit gleichzeitigen Temperaturmessungen in größeren Höhen die Möglichkeit geben konnten, die Temperaturabnahme mit der Höhe zu berechnen. Warum ich dieser Berechnung von vornherein großen Wert beigemessen habe, geht aus den betreffenden Abschnitten dieser Untersuchung deutlich hervor.

Mit dem Reisematerial wurde nun das Material der russischen Stationen kombiniert. Letzteres ist zweifacher Art. Erstens werden Beobachtungen benützt, die während der Dauer unserer Expedition ausgeführt wurden. Über meine Bitte sandte mir das Physikalische Zentralobservatorium Nicolas Abschriften der Beobachtungsbögen von Pamirski Post und Margelan (Skobelew), jedoch ohne Luftdruckbeobachtungen, so daß meine Hoffnung, unsere Höhenberechnungen mit Hilfe der ersteren Station durchführen zu können, sich nicht erfüllte. Ich mußte als Basisstation Andischan benutzen, dessen Luftdruck mir mitgeteilt wurde, aber ohne Temperatur, so daß ich die Temperatur von Margelan einsetzen mußte. Ich erhielt diese Abschriften, für die ich an dieser Stelle meinen besten Dank ausspreche, kurze Zeit vor Ausbruch des Krieges und konnte sie später nicht vervollständigen. Auch während meiner mehr als dreijährigen Kriegsgefangenschaft in Rußland — ein Jahr davon verbrachte ich in Turkestan — bot sich mir keine Gelegenheit zur Vervollständigung des Materials.

Daß die vorliegende Untersuchung sich nicht mehr in erster Linie als Expeditonsbericht darstellt, erklärt sich aus der reichlichen Verwendung vieljährigen Beobachtungsmaterials aus Westturkestan, das aber im Gegensatz zu der eingangs erwähnten Untersuchung mehr nach meteorologischen als nach klimatologischen Gesichtspunkten beurteilt wurde. Eine Grenze läßt sich ja schwer ziehen. Die frühere Arbeit kann man als Vorarbeit zur vorliegenden betrachten. Daß sich in letzterer der Schwerpunkt der Untersuchung zugunsten des Materials der russischen Stationen verschoben hat, darin wird niemand, der sich für Turkestan überhaupt interessiert, einen Nachteil sehen.

Die Beigabe einer Kartenskizze, in der die Reiseroute angedeutet und die Lage der russischen Stationen ersichtlich ist, scheint mir notwendig. Die Kartenskizze zeigt sofort, daß in dem sonst gut mit Stationen besetzten Lande unser Reisegebiet ohne Stationen geblieben ist.[1]

1. Temperaturverhältnisse der Gebirge zwischen Syrdarja und Amudarja im allgemeinen.

Das in der Überschrift genannte Gebiet umfaßt die Gebirgskette des Alai mit der Turkestan- und der Hissarischen Kette, den Transalai, die Kette Peters des Großen, die Darwaserkette mit ihren mannigfachen Verzweigungen, die Wantschkette, die Jasgulemkette; die Roschankette, die Schugnankette und die Kette Nikolaus II (Wachankette). Das ganze, sehr ausgedehnte Gebirgsgebiet umfaßt orographisch alle von der Pamir nach Westen ausstrahlenden Ketten und wird in seiner Gesamtheit als Alai-Pamirsystem bezeichnet.

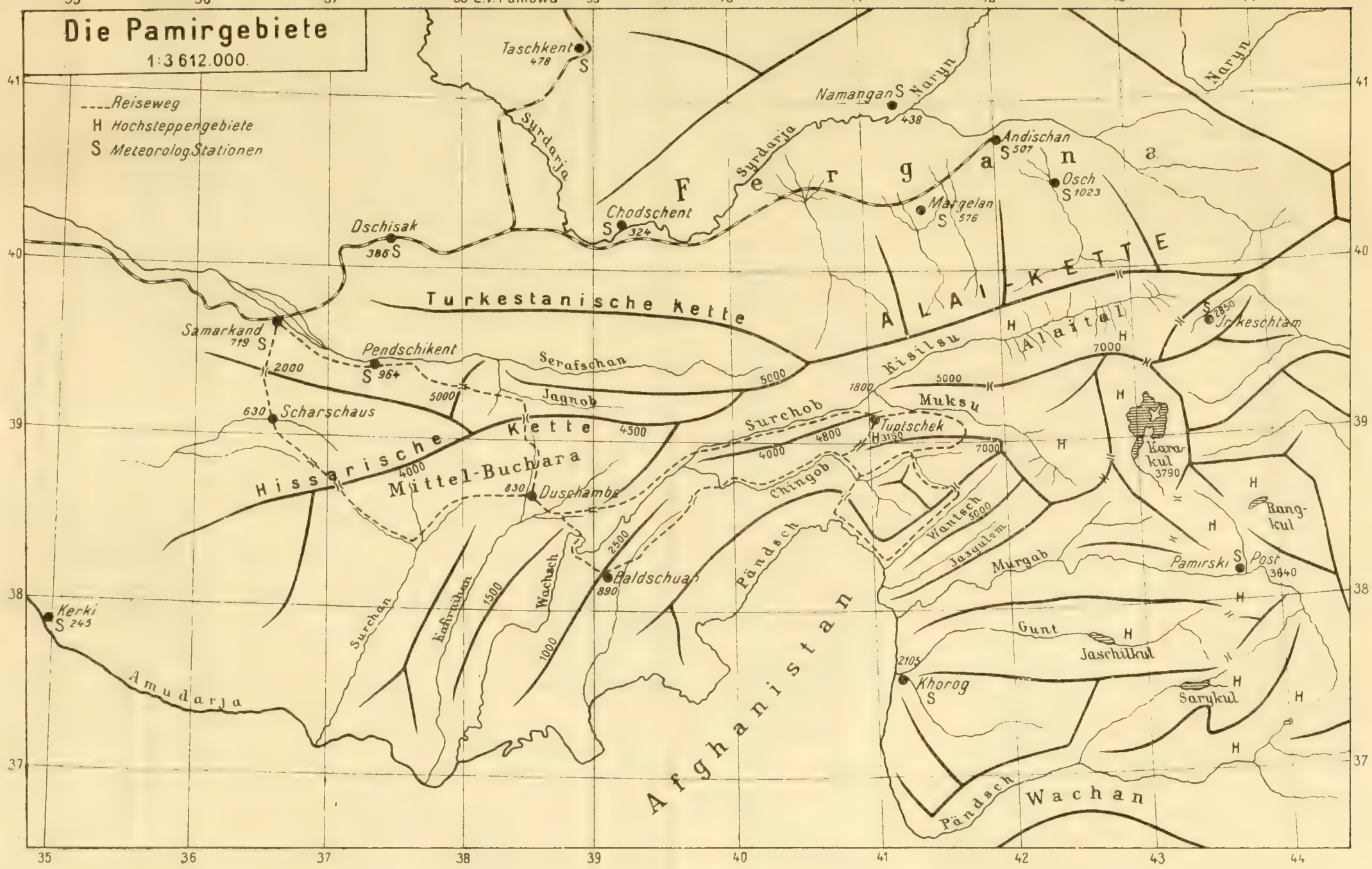
---

[1] Wer sich über die Topographie der Alai-Pamirgebiete eingehender orientieren will, dem können folgende Werke empfohlen werden:

Россія, полное географическое описаніе нашего отечества. Bd. 19 des Sammelwerkes Rossija, Redakteur W. P. Semenow-Tianschanskij. In russischer Sprache.

W. R. Rickmers, The Duab of Turkestan. Cambridge, University Press 1913. In englischer Sprache.

O. Olufsen, The second Danish Pamir expedition. Det nordiske forlag. Ernst Bojesen 1903. Enthält neben wichtigen, meteorologischen Beobachtungen eine ausgezeichnete Schilderung der Pamirhochsteppen.


Die Pamirgebiete
1:3 612.000.
Reiseweg
H Hochsteppengebiete
S Meteorolog. Stationen
35
36
37
38° E. v. Pulkowa
39
40
41
42
43
44
Taschkent 478 S
Namangan S
Narun
Andischan S 507
Osch S 1023
Margelan S 576
Chodschent S 324
Syrdarja
Fergana
Dschisak 386 S
Turkestanische Kette
ALAI-KETTE
Alaital
Irkeschtam S 2850
Samarkand 719 S
Pendschikent S 964
Serafschan
Kisilsu
Muksu
Jagnob
Scharschaus 630
Hissarische Kette
Mittel-Buchara
Surchob
Tuptschek H 3150
Karakul 3790
Duschambe 830
Chingob
Wantsch
Jasgulem
Rangkul
Murgab
Pamirski Post S 3640
Baldschuan 890
Pändsch
Afghanistan
Surchan
Kafirnihan
Wachsch
Gunt
Jaschilkul
Kerki S 245
Amudarja
2105
Khorog S
Sarykul
Pändsch
Wachan

Verglichen zum Beispiel mit den Alpen, erhält dieses Gebiet eine besondere Note durch das Vorkommen ausgedehnter Hochsteppen, wobei zu bemerken ist, daß auch die sogenannte Pamirhochsteppe nicht eine zusammenhängende Hochebene darstellt, sondern durch verschieden orientierte Scheidekämme in mehrere Steppengebiete getrennt ist. Das ehemals viel weiter ausgedehnte abflußlose Gebiet ist heute auf das Steppenbecken um den Hochsee Karakul, 3780 *m*, beschränkt. Die übrigen Steppengebiete finden sich als sehr breite flache Steppentäler am Oberlauf der Flüsse (Amudarja-Pändsch, Gunt, Murghab — Station Pamirski Post —, Alaital im Oberlauf des Surchob-Kisilsu). Außer diesen großen Steppengebieten gibt es eine Reihe von Hochflächen kleineren Umfanges, von welchen für uns die Hochfläche von Tuptschek im Gebiete der Kette Peters des Großen von besonderer Wichtigkeit ist.

Diese Hochsteppen und -flächen sind es, die in Verbindung mit den gewaltigen Durchbruchsschluchten der Flüsse ein von alpinen Verhältnissen sehr abweichendes Relief schaffen, das auch die meteorologischen Verhältnisse in eigentümlicher Weise beeinflußt. Es muß jedoch darauf hingewiesen werden, daß die Steppengebiete trotz ihrer Zahl und ihres Umfanges noch nicht ein Viertel des Gesamtareals des ganzen Gebirgskomplexes einnehmen dürften. Es ist deshalb verfehlt, die durch die Station Pamirski Post festgelegten Verhältnisse als charakteristisch für das ganze Alai-Pamirsystem aufzufassen — ein Irrtum, der durch die geringe Anzahl von Stationen sehr naheliegend ist.

Die geringe Zahl von Stationen besonders im Gebirge verbietet von vornherein, feinere lokale Unterschiede in den Temperaturverhältnissen aufzudecken. Es handelt sich nur um die Festlegung der Grundlinien, um den Unterschied zwischen Hochsteppe und freier Gebirgslage, wobei wir den Vorteil haben, daß wir die Hochsteppe auch mit der niedrigen Wüsten-Steppenzone vergleichen können.

Als Ausgangspunkt nehmen wir die Ergebnisse zehnjähriger Beobachtungen einiger russischer Stationen; wir betrachten selbstverständlich alle hochgelegenen Stationen, während für die Gebirgsrandzone eine kleine Auswahl genügt. Eine repräsentative Station der Wüsten-Steppenzone westlich des Gebirges (Petro Alexandrowsk) ist des Vergleiches wegen beigefügt.

Es ergibt sich damit folgende Stationsübersicht:

Name der Station	Breite		Länge		Höhe	Lage der Station
	Gr.	Min.	Gr.	Min.	*m*	
Petro Alexandrowsk	41	28	61	5	85	Unterlauf des Amudarja.
Kerki	37	50	65	13	262	Mittellauf
Taschkent	41	28	69	18	478	Gebirgsrandzone; Mittellauf des Syrdarja.
Margelan	40	20	71	43	576	» Ferghana.
Samarkand	39	39	66	57	719	» Mittellauf des Serafschan.
Pendschikent	39	28	67	33	964	» » » »
Osch	40	33	72	47	1023	» Ferghana.
Narynsk	41	26	76	2	2015	Oberlauf des Syrdarja (Naryn); Steppental.
Khorog	37	27	71	39	2105	» » Amudarja-Pändsch; Schluchttal.
Irkeschtam	39	42	73	54	2850	» » chinesischen Kisilsu.
Pamirski Post	38	11	74	2	3540	» » Murghab; Hochsteppe.

Ich habe den jährlichen Temperaturgang dieser Stationen zum Teil der in der Einleitung erwähnten Untersuchung entnommen; geringfügige Korrekturen erklären sich durch die Neuberechnung der Werte, die ich als Kriegsgefangener[1] durchgeführt habe. Osch und Pendschikent habe ich erst jetzt berechnet und an die Periode 1894 bis 1903 angeschlossen.

[1] Es ist mir eine angenehme Pflicht, auch an dieser Stelle dem Vorstande des meteorologischen Institutes der Universität Kasan, Herrn Professor V. A. Uljanin, und seinen Assistenten, den Herren J. A. Kartikowski und N. F. Puschkin, für die gastfreundliche Aufnahme eines Kriegsgefangenen in ihrem Institute zu danken.

Tabelle 1.

Jährlicher Gang der Temperatur.

	Höhe in *m*	Jänner	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember	Jahresdurchschnitt
Petro Alexandrowsk	85	– 5·4	– 0·4	5·8	14·1	22·8	27·0	28·6	26·3	20·1	11·6	3·4	– 1·2	12·7
Taschkent	478	– 1·6	2·8	8·1	13·8	20·6	25·3	27·5	25·0	19·4	12·1	6·1	2·5	13·5
Margelan	576	– 3·3	1·0	7·9	14·7	21·3	25·8	27·8	25·6	20·3	12·0	5·3	0·5	13·2
Samarkand	719	– 0·5	3·8	7·8	13·3	19·9	24·0	25·6	23·2	18·7	12·2	6·6	3·4	13·2
Kerki	262	1·8	6·6	11·7	17·8	24·6	28·0	29·1	26·8	22·0	15·3	9·3	5·7	16·6
Osch	1023	– 3·7	0·2	6·2	12·4	18·4	22·4	24·8	22·9	18·2	10·7	4·1	– 0·2	11·4
Pendschikent	964	– 1·3	2·4	6·6	11·2	17·5	22·1	24·2	22·0	16·8	10·0	5·1	1·9	11·6
Narynsk	2015	– 17·3	– 13·9	– 3·0	5·7	11·8	15·3	17·6	16·8	12·9	4·5	– 3·6	– 13·1	2·8
Khorog	2105	– 8·2	– 6·3	1·6	8·9	14·6	18·2	21·9	21·7	18·1	10·0	3·0	– 3·4	8·3
Irkeschtam	2850	– 10·4	– 8·2	– 2·8	2·3	7·4	10·9	13·6	13·2	8·9	2·5	– 3·7	– 8·1	2·1
Pamirski Post	3640	– 18·7	– 16·6	– 6·7	0·2	6·9	10·7	13·9	13·6	7·9	– 0·1	– 7·9	– 16·8	– 1·1

Periode 1894 bis 1903; Pendschikent (4jährige Beobachtung) nach Samarkand reduziert; Khorog (5jährige Beobachtung) nach Pamirski Post und Kerki reduziert.

Gebirgsrandzone.

Die besondere klimatische Begünstigung, deren sich die Gebirgsrandzone gegenüber der im Westen vorgelagerten niedrigeren Wüsten- und Steppenzone erfreut, zeigt sich besonders deutlich, wenn wir Petro Alexandrowsk mit Taschkent vergleichen, geht aber unter Berücksichtigung des Höhenunterschiedes auch noch aus dem Vergleich von Kerki mit Samarkand deutlich hervor. Die winterliche Temperaturumkehr ist so ausgeprägt, daß das um 400 *m* höher als Petro Alexandrowsk gelegene Taschkent selbst im Jahresdurchschnitt noch wärmer als die Wüstenstation ist. Diese bemerkenswerte Erscheinung hängt mit einer in ganz Innerasien nachweisbaren, räumlich ganz ungeheuer ausgedehnten, winterlichen »Temperaturumkehr« zusammen, die ihrer wahrscheinlichen Entstehung wegen von hohem meteorologischen Interesse ist. Diese Temperaturumkehr ist sicher kein Produkt der an Ort und Stelle vor sich gehenden Wärmeausstrahlung, sondern erzeugt durch die Invasion kalter Luft von Norden, deren auslaufende seichte Massen wohl noch die Niederungen, aber nicht mehr die Gebirgsrandzone überfluten, was an anderer Stelle eingehend nachgewiesen werden soll. In den Alpen findet sich ein Analogon kleinen Stiles nur auf der Südseite, wo die Po-Tiefebene im Winter viel kälter ist als die klimatischen Kurorte, die sich in nur wenig bedeutenderer Höhe unmittelbar am Fuße der Berge finden. Die kalten Luftmassen einer Bora überschwemmen von Osten her wohl noch die Tiefebene, erreichen aber das Gebiet der oberitalienischen Seen nicht mehr.

Keines der von uns durchreisten Gebiete des Khanates Buchara fällt in den Bereich der scharfen Winterkälte. Sowohl das Becken von Kitab-Scharschaus wie Mittelbuchara gehören der Gebirgsrandzone an und partizipieren an den relativ hohen Wintertemperaturen. Ihrer Höhenlage nach sind diese Gebiete am besten mit Samarkand zu vergleichen. Da aber Mittelbuchara ein ziemlich geschlossenes, langgestrecktes Becken darstellt, dürfte der Temperaturgang vielleicht mehr Ähnlichkeit mit Ferghana als mit Samarkand aufweisen (niedrigere Winter-, höhere Sommertemperatur als in Samarkand). Wie stark selbst hier in der Gebirgsrandzone die durch lokale Faktoren bedingten Unterschiede sind, zeigt ein

Vergleich von Margelan — in dem Talbecken von Ferghana gelegen — mit den frei liegenden Oasenstädten Taschkent und Samarkand, während für das Niveau von 1000 *m* Osch und Pendschikent den gleichen Unterschied repräsentieren.

Gebirgstäler.

Die Gebirgsrandzone (mit Einschluß Ferghanas) reicht nur bis zirka 1000 *m*. In dieser Höhe münden im allgemeinen die Gebirgstäler in die Randzone und verlieren damit ihren Charakter als Gebirgstäler. In dieser Höhe dürften sich in dem ganzen Gebiete keine sehr großen Unterschiede ergeben.

Wesentlich komplizierter gestalten sich die Verhältnisse in einer Höhe von 2000 *m*. Dieser Höhenzone gehört von der mitgeteilten Stationsauswahl nur Khorog an, in der Sohle der gewaltigen Pändschschlucht (Oberer Amudarja) gelegen. Doch liegt Narynsk noch nicht zu weit entfernt, um zum Vergleiche herangezogen zu werden.

Beide Stationen liegen in gleicher Höhe, beide repräsentieren Tallage, Khorog aber ein ausgesprochenes Schluchttal zwischen hohen und steilen Felswänden, Narynsk ein Steppental, das freilich talabwärts abgeriegelt ist. Der Temperaturunterschied zwischen beiden Stationen ist ein außerordentlicher, selbst in Anbetracht des Breitenunterschiedes von 4° (Differenz Jänner 8·9°, Juli 4·3°, Jahr 5·5°). Im Sommer ist das offene, den Talwinden preisgegebene Steppental viel kühler als das durchglühte Felstal, obwohl die Temperaturdifferenz erstaunlich groß ist. Im Winter ist sie zwar doppelt so groß, aber leichter erklärlich. Ein Blick auf eine Karte sagt uns, daß das Hochsteppenbecken von Narynsk, am Oberlauf eines sehr langen, langsam sinkenden, vielfach in Schluchten verlaufenden Flusses der Ansammlung kalter Luft in geradezu idealer Weise günstig sein muß. Narynsk liegt nur um 1000 *m* höher als Osch und ist im Jänner um 14° kälter. Aber für den weitaus größeren Teil der Talläufe des Alai-Pamirsystems ist Khorog bezeichnender als Narynsk, da die meisten Täler bis zu einer Höhe von 3000 *m* hinauf durchaus nicht Steppencharakter haben. Die Mehrzahl der Täler hat den durch Khorog repräsentierten Temperaturgang mit sehr hoher Sommertemperatur und Wintertemperaturen, die je nach den lokalen Umständen sehr verschieden sein können. Khorog, das durch den Gunt mit der im Winter extrem kalten Hochsteppe in Verbindung steht, hat einen verhältnismäßig sehr kalten Winter. Khorog ist im Sommer so warm wie Bozen in Südtirol (290 *m*), im Winter so kalt wie das 1840 *m* hohe Sulden, ebenfalls in Südtirol.

Von den Tälern, die unsere Expedition besucht hat und die der Höhe nach mit Khorog verglichen werden können, sind das Surchob-, das Chingob- und das Wantschtal die wichtigsten. Die Breitenunterschiede sind ganz geringfügig. Ebenso geringfügig sind im Sommer die Temperaturunterschiede und nach den Beobachtungen kann auch die Differenz gegenüber Khorog nicht groß sein. Auffallend ist aber der viel südlichere Charakter des Chingob- und Wantschtales im Vergleiche mit dem Surchobtal. Tatsächlich unterscheidet sich letzteres von den südlichen Paralleltälern durch einen sehr wichtigen Umstand, der auf den Temperaturgang in diesen Gebirgstälern sicher sehr stark einwirkt und nie unberücksichtigt bleiben darf. Der Oberlauf des Surchob, das Alaital, ist ein ausgesprochenes Hochsteppental und dürfte ähnlich wie das obere Tal des Naryn ein Gebiet exzessiver Winterkälte sein, die ihren Einfluß weit talabwärts im Surchobtal üben muß. Die Muksuschlucht stellt eine zweite Verbindung des Surchobtales mit der Hochsteppe her, so daß man im Surchobtal wahrscheinlich einen noch kälteren Winter findet als in Khorog, das ebenfalls durch die Hochsteppe beeinflußt wird. Dem Chingob- und Wantschtal fehlt eine derartige Verbindung mit der Hochsteppe. Diesen Flüssen ist es noch nicht gelungen, sich nach rückwärts durch den westlichen Grenzwall des Hochsteppengebietes bis zu letzterem selbst einzuschneiden, was gegenüber den Nachbartälern eine sehr bedeutende klimatische Begünstigung darstellt. Die Verbindungstür zu den Kaltluftreservoirs der Hochsteppe ist hier noch geschlossen, im Surchob- und Pändschtal bei Khorog jedoch

geöffnet. Die geöffneten Türen sind allerdings sehr schmal, da die Verbindungstäler zur Hochsteppe hinauf enge Durchbruchsschluchten sind.

Wir haben also bei den Tälern des Alai-Pamirsystems in gleicher Höhe sehr abweichende Verhältnisse, je nachdem, ob das Tal ein Schluchttal[1] oder ein Steppental ist und ob in den Schluchttälern eine Verbindung zu Hochsteppengebieten besteht oder nicht.

Hochsteppe und Hochtal.

Man ist in den Alpen daran gewöhnt, daß die in der Talregion oft sehr beträchtlichen, lokalen Temperaturunterschiede mit zunehmender Höhe verschwinden, wie zum Beispiel der große Temperaturunterschied zwischen Nord- und Südseite der Alpen bereits in einer Höhe von 2000 *m* verschwindet.

In dem von uns betrachteten Gebirge ist, wenigstens bis zu Höhen von zirka 4500 *m*, das Gegenteil der Fall. Die Region oberhalb 3000 *m* setzt sich zum Teil aus normalen Gebirgsketten mit steilen Hängen und Tälern, zum Teil aber aus Hochsteppen, Steppentälern und den flachen Bergrücken zwischen den einzelnen Steppengebieten zusammen. Man trifft deshalb in gleicher Höhe und in verhältnismäßig geringer Entfernung sehr große Temperaturunterschiede, die bei viel kleinerem Breitenunterschiede den gewaltigen Differenzen zwischen Khorog und Narynsk gleichkommen. Wir vergleichen trotz des beträchtlichen Höhenunterschiedes Irkeschtam, 2850 *m*, mit Pamirski Post, 3640 *m*, der repräsentativen Station der Hochsteppe, um 1° südlicher als Irkeschtam.

Im Winter ist die Hochsteppe um 8° kälter als Irkeschtam, bei einem Höhenunterschied von 800 *m* eine ungewöhnlich große Differenz. Sie hat aber nichts Erstaunliches, da Irkeschtam in einem regulären, verhältnismäßig steil absinkenden Gebirgstale liegt, während bei Pamirski Post die weiten Hochsteppentäler des Aksu und des Akbaital sich zum Hochsteppental des Murghab vereinigen, der unterhalb Pamirski Post in enger Schlucht die westlichen Randgebirge der Hochsteppe durchbricht. Die Umstände, die zur Bildung von »Kaltluftseen« in Gebirgstälern führen, sind bekannt. Flache Talbecken, talabwärts durch Engen geschlossen, sind am günstigsten, steil absinkende Täler am ungünstigsten. Günstigere Verhältnisse als bei Pamirski Post sind nicht gut denkbar. Selbst das ganz geschlossene, abflußlose Becken um den Hochsee Karakul herum dürfte nicht günstiger sein, da in dieses Becken nur kurze Täler münden, während bei Pamirski Post sich die Täler vereinigen, die die »Große Pamir«, die »Kleine Pamir« und das Steppengebiet am Rangkul entwässern und im Winter die aus diesen Tälern abfließenden Ströme kalter Luft bei Pamirski Post vereinigen.

An steilen Hängen und in stark geneigten Tälern kommt die abkühlende Wirkung der Gebirge auf die Luft nicht voll zum Ausdruck, da die durch Ausstrahlung erkaltete Luft in die Tiefe fließt. Um so kräftiger markiert sie sich dort, wo Staubecken die abfließende kalte Luft abfangen. Wir finden also die kalte Luft oft erst weitab von den Gebieten, in welchen ihr die Wärme entzogen worden ist. In Irkeschtam wird die Luft durch Ausstrahlung nicht viel weniger abgekühlt als auf der Hochsteppe; aber in Irkeschtam fließt sie ab und kommt nicht zur Beobachtung. Immerhin besteht — theoretisch — die Möglichkeit, diese kalte Luft in der Tiefe, in irgendeinem Sammelbecken wieder aufzufinden, während zum Beispiel die durch Erwärmung vom Erdboden aufsteigende Luft nicht mehr so leicht konstatiert werden kann. Damit soll nur gesagt sein, daß eine Bodenfläche im Gebirge je nach der Jahreszeit sehr gut eine Heizfläche, beziehungsweise eine Abkühlungsfläche sein kann, ohne daß dies in der Lufttemperatur über der Bodenfläche selbst sehr markant zum Ausdruck kommen müßte. Die erkaltete Luft fließt ab, die erwärmte steigt auf. Es gibt aber besonders begünstigte Bodenformen, die abkühlende und erwärmende Wirkung sehr deutlich werden lassen: Talbecken und in weiterer Steigerung Steppenbecken.

Der niedrigen Wintertemperatur steht in Pamirski Post eine auffällig hohe Sommertemperatur gegenüber, die als das eigentliche Merkmal des Temperaturganges auf der Hochsteppe betrachtet werden muß. Obwohl um 800 *m* höher als Irkeschtam gelegen, ist Pamirski Post von Juni bis August

[1] Als Schluchttal bezeichne ich jedes enge, von steilen hohen Hängen begleitete Tal im Gegensatz zu den weiten Steppentälern, in welchen die Höhe der Ketten gegenüber der Breite der Talsohlen verschwindet. Die Schluchttäler des Alai-Pamirsystems bestehen gewöhnlich aus einer Folge von langen, steilwandig begrenzten, schutterfüllten Talbecken, die durch enge Durchbruchsschluchten miteinander in Verbindung stehen.

gleich warm oder wärmer. Haben wir hier auch die Wirkung der durch Höhenlage, Reinheit und Trockenheit der Luft gesteigerten Wärmestrahlung vor uns, so zeigt uns gerade der Vergleich mit Irkeschtam, daß eine im Vergleich zur Höhenlage so erstaunlich hohe Sommertemperatur nur durch die begünstigenden Einflüsse der Oberflächenbeschaffenheit[1] zu erklären ist. Der später durchgeführte Vergleich der Hochsteppe mit der Hochfläche von Tuptschek wird beweisen, daß so hohe Sommertemperaturen nur möglich sind, wenn die Hochsteppe eine bedeutende Ausdehnung hat.

Bei Untersuchung der sommerlichen Temperaturanomalie darf man den täglichen Gang der Temperatur in beiden Stationen nicht außer acht lassen. Es wäre ja möglich, daß in Irkeschtam abnorm tiefe Morgentemperaturen das Tagesmittel der Temperatur unter das von Pamirski Post herabdrücken.

Temperaturgang Juni—August.

	Juni			Juli			August			Sommer		
	7 a.	1 p.	9 p.	7 a.	1 p.	9 p.	7 a.	1 p.	9 p.	7 a.	1 p.	9 p.
Irkeschtam	8·9	15·5	9·8	10·1	18·1	12·2	8·9	17·5	11·9	9·0	17·0	11·3
Pamirski Post	9·1	15·1	7·8	11·9	18·4	11·4	10·1	19·0	11·6	10·4	17·5	10·3
Pamirski Post wärmer um	+ 1·1	— 0·4	— 2·0	+ 1·8	+ 0·3	— 0·2	+ 1·2	+ 1·5	— 0·3	+ 1·4	+ 0·5	- 1·0

Um 7 a., zu einer Zeit, in der im Sommer stärkste Erwärmung im Gang ist, ist der Temperaturüberschuß der Hochsteppe am größten. Aber auch um Mittag ist die Hochsteppe im Sommermittel wärmer als das um 800 *m* niedrigere Irkeschtam und ist nur abends (und nachts) kälter. Die Seehöhe spielt keine Rolle mehr, nur die Bodenkonfiguration. Das Hochtal verhält sich gegenüber der Hochsteppe ähnlich wie in den Alpen eine Gipfelstation gegenüber einer Talstation. Wie sich Hochsteppe und Hochtal zur freien Atmosphäre verhalten, wird im Abschnitt 11 erörtert werden.

Die Beobachtungen in Pamirski Post sind charakteristisch für die ausgedehnten Hochsteppen unseres Gebirksgomplexes. Es unterliegt auch keinem Zweifel, daß zwischen den Hochsteppen und den umliegenden Randgebirgen im Winter Temperaturumkehr größten Stiles eintritt. Sehr verfehlt wäre aber die Annahme, die für Pamirski Post festgestellten Verhältnisse seien charakteristisch für die Höhe von 3600 *m* in dem ganzen Gebirge. Da der Steppenbezirk nur einen Bruchteil der ganzen Gebirgsoberfläche einnimmt, darf man bei Betrachtungen zum Beispiel über die Sommertemperatur an der Firnlinie nicht die in Pamirski Post gefundenen Temperaturen als Grundlage der Berechnung benutzen. Für die Betrachtung der Temperaturverhältnisse im Gebirge zwischen Syr und Amudarja bilden die in Irkeschtam ausgeführten Beobachtungen eine viel wichtigere und zuverlässigere Grundlage.

Eine gewisse Sonderstellung unter den verschiedenen Bezirken der Hochsteppe nimmt vielleicht jenes Becken ein, das zum größten Teil durch den abflußlosen See Karakul, 3780 *m*, ausgefüllt ist. Dieser See, dessen Oberfläche Tillo mit 297·5 Quadratwerst bestimmte und dessen Eisdecke sich nur bis Mitte Mai hält, muß gegenüber Pamirski Post die Sommertemperatur in dem im Verhältnis zur Seeoberfläche nicht sehr ausgedehnten Steppenbecken stark herabdrücken. — Es liegt nahe, zur Illustrierung dieses Einflusses die Station Narynsk, 2015 *m*, mit der um 1½° nördlicher liegenden Station Prschewalsk, 1770 *m*, am See Issikkul zu vergleichen, obwohl wir damit abermals über die Grenzen unseres Gebietes hinausgreifen.

	Jänner	Juli
Prschewalsk	— 4·9	17·8
Narynsk	— 17·3	17·6

[1] In den Alpen finden wir einen analogen Einfluß, wenn wir eine niedrige Gipfelstation der Randzone (zum Beispiel Rigikulm) mit einer gleich hohen Station in einem zentralen Tal vergleichen (Sils Maria im Engadin). Im Winter ist der Gipfel, im Sommer die Talstation wärmer.

Die Wirkung des Sees, den die Eingeborenen nicht umsonst den »warmen« nennen, auf den Temperaturgang, ist eine sehr ausgesprochene und die Temperaturdifferenz im Jänner ($12^1{}_2°$) ist ungeheuerlich. Wir dürfen aber ein analoges Verhältnis nicht ohne weiteres zwischen Pamirski Post und dem Gebiete des Karakul voraussetzen. Daß der Issikkul (5180 Quadratwerst) zirka 17mal so groß ist wie der Karakul, spielt dabei wohl eine geringere Rolle als der Umstand, daß der Karakul über ein halbes Jahr zugefroren ist, also im Winter auch nicht die Lufttemperatur erhöhen kann. Im Sommer hingegen ist sein temperaturerniedrigender Einfluß wahrscheinlich größer, da die Überwärmung der Pamirsteppen eine viel bedeutendere ist als jene im Steppentale des oberen Naryn, natürlich mit Berücksichtigung des Höhenunterschiedes von 1500 *m*.

Daß die Hochsteppe im Winter stellenweise noch kälter ist als in Pamirski Post, ist wahrscheinlich, wenn wir Narynsk mit Pamirski Post vergleichen. Erstere Station liegt um 1500 *m* niedriger und ist im Winter doch fast gleich kalt wie Pamirski Post und um vieles kälter als das um 700 *m* höher gelegene Irkeschtam. Hingegen ist die Überwärmung im Sommer eine viel geringere. Dieser Unterschied gestattet den Schluß: Zur Erreichung sehr niedriger Wintertemperaturen durch Wärmeausstrahlung ist eine große Ausdehnung des Steppengebietes nicht notwendig. Ein kleines Sammelbecken, gegen den Abfluß der kalten Luft gut geschützt, kann ebenso niedrige und niedrigere Temperaturen liefern als ein ausgedehntes Hochsteppengebiet.[1] Anders im Sommer! Die starke Erwärmung des Bodens und der darüberliegenden Luft führt zur Ausbildung starker Tagwinde, die die überwärmte Luft rasch wegführen. Die Überwärmung des Bodens unter dem Einflusse der Strahlung kommt deshalb bei Gipfellage im Temperaturgang des Gipfels fast gar nicht, in einem Steppengebiet von kleiner Ausdehnung in sehr vermindertem Ausmaße, hingegen in einem ausgedehnten Steppengebiet sehr ausgesprochen zur Geltung, weil auf letzterer die sich entwickelnden Winde wohl die an Ort und Stelle entstandene, überhitzte Luft rasch wegführen, aber durch ebenso überwärmte Luft aus der Nachbarschaft ersetzen.

Dieser Gegensatz zwischen ausgedehnter Hochsteppe und einer wenig ausgedehnten Hochfläche bei gleicher Beschaffenheit der Oberfläche ergibt sich in instruktiver Weise, wenn wir die Beobachtungen des Sommers 1913 in Pamirski Post mit jenen vergleichen, die wir auf der Hochfläche von Tuptschek gewonnen haben.

2. Vergleich von Pamirski Post mit der Hochfläche von Tuptschek.

Die Kette Peters des Großen verläuft zwischen Surchob-Muksu und Chingob. Der westliche Teil der Kette wird von dem östlichen durch eine ausgedehnte Hochfläche von Pamircharakter getrennt, deren mittlere Höhe 3150 *m* beträgt. Westliche und östliche Kette übergreifen sich hier ein Stück, so daß die langgestreckte Hochfläche, die Tuptschek oder Karaschura genannt wird, im Süden durch eine steile, bis zu 5500 *m* aufsteigende Gebirgskette, im Norden durch die niedrigen Ausläufer des westlichen Kammabschnittes begrenzt wird. In die nördliche Begrenzung sind stellenweise tiefe Täler eingeschnitten, welche die Gletscher der südlichen Umrahmung entwässern. Die Hochfläche, auf der und in deren Umgebung wir uns vom 16. Juli bis 28. August aufhielten, ist ein gutes Beispiel der kleinen Hochsteppen, die sich da und dort auch außerhalb des eigentlichen Hochsteppengebietes finden.

Ein Thermograph war während unseres ganzen Aufenthaltes in Funktion und lieferte nach regelmäßigen Kontrollen mittels eines aspirierten Thermometers vollkommen einwandfreie Diagramme. Die Aufstellung des Apparates erfolgte in einer improvisierten Jalousiehütte mit Schutzflächen aus aluminisiertem Ballonstoff. Die heftigen Tagwinde aus Westen sorgten außer-

[1] Die Höhe der umliegenden Berge spielt vielleicht insoferne eine Rolle, als die Wärmeausstrahlung mit der Höhe rasch zunimmt, absolut höhere Berghänge und Hochtäler deshalb kältere Luft erzeugen als Hänge und Täler in einem niedrigeren Niveau. Da Erwärmung durch Kompression beim Abfließen der »Ausstrahlungsluft« sicher nur eine sehr untergeordnete Rolle spielt, kann die von einem 4000 *m* hohen Berge abfließende und in 1000 *m* gesammelte Luft unter sonst gleichen Verhältnissen kälter sein als Luft, die von 3000 *m* hohen Bergen abfließt und bereits in 2000 *m* abgefangen wird. Wir finden dann in 1000 *m* Höhe kältere Luft als in 2000 *m*, natürlich nicht im gleichen Tal.

dem für gute Ventilation. Einige der Diagramme sind im 4. Abschnitt wiedergegeben. Die Auswertung der Diagramme habe ich als zu ausführlich nicht veröffentlicht. Die gleichzeitigen Terminbeobachtungen aus Pamirski Post gestatten einen Vergleich mit der ausgedehnten Hochsteppe.

Tuptschek liegt um 500 *m* niedriger als Pamirski Post. Bei dem ausgesprochenen Hochsteppencharakter von Tuptschek waren höhere Temperaturen als in Pamirski Post zu erwarten. Vergleichen wir die Beobachtungen, so ergibt sich das Gegenteil.[1]

Mittlere Temperatur (17. Juli bis 8. August 1913).

	7 a.	1 p.	9 p.	Mittel	mittl. Min.
Tuptschek, 3150 *m*	12·3	20·6	8·1	13·7	3·2
Pamirski Post 3640 *m*	13·1	23·5	16·8	17·8	7·9

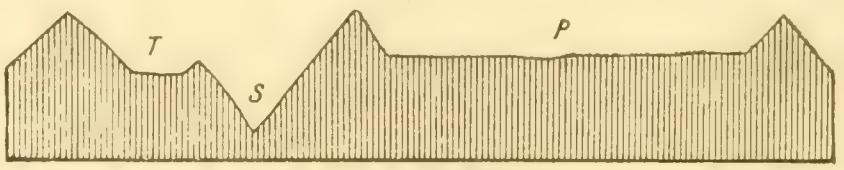
Die Temperatur in Tuptschek ist durchwegs niedriger als in Pamirski Post; das mittlere Temperaturminimum liegt um 4·7° unter jenem von Pamirski Post, obwohl man erwarten müßte, daß die mit wachsender Höhe rasch zunehmende Ausstrahlung gerade das Minimum stark herabdrücken würde. Die außerordentlich starke Erwärmung der Luft in Pamirski Post tagsüber wird nachts nicht durch eine entsprechend stärkere Abkühlung kompensiert.

Nach dem Ergebnis, das der Vergleich der Hochsteppe mit Irkeschtam und Narynsk geliefert hat, ist es nicht verwunderlich, daß Pamirski Post tagsüber wärmer ist als Tuptschek. Die weit ausgedehnte Hochsteppe läßt die Überwärmung des Bodens auch in der Temperatur der untersten Luftschichten viel deutlicher zum Ausdruck kommen, als die Hochfläche geringen Umfanges, auf der die heftigen Talwinde aus dem Surchobtal die überwärmte Luft wegtransportieren und in höhere Regionen befördern. Die höhere Mittagstemperatur in Pamirski Post steht mit unseren Vorstellungen über den exzessiven täglichen Temperaturgang auf diesen Hochsteppen im Einklang und entspricht den meist sehr lebhaft gehaltenen Schilderungen der Reisenden. Aber die entsprechend starke, nächtliche Abkühlung fehlt, wenigstens im Vergleich mit Tuptschek.

Die niedrigere nächtliche Temperatur in Tuptschek erklärt sich am besten auf folgende Weise: Im Verhältnis zur weit ausgedehnten Hochsteppe stellt die wenig umfangreiche, langgestreckte, wie oben geschildert begrenzte Hochfläche mehr die breite Sohle eines fast ebenen Tales dar, das an sich starke Ausstrahlung und Stagnieren kalter Luft begünstigt; dazu kommt der Abfluß kalter Luft aus den nahe liegenden Gletschertälern. In Pamirski Post hingegen hingegen haben wir die Verhältnisse in einer Ebene vor uns. Gletscher sind weit entfernt, ein Zufluß kälterer Luft nicht wahrscheinlich, so daß hier die nächtlichen Temperaturen rein den an Ort und Stelle entstandenen Ausstrahlungseffekt darstellen.

Der Vergleich zwischen Tuptschek und Hochsteppe stellt sich dann folgendermaßen, wobei nebenstehendes Profil die Verhältnisse illustriert: Bei Tag bietet der niedrige, vielfach durchbrochene Höhenzug

Fig. 1.



T - Hochfläche v. Tuptschek, S - Surchobtal, P - Pamir - Hochsteppe

gegen das Surchobtal hin der Tuptscheker Hochfläche keinen Schutz gegen die heftigen Tagwinde aus dem Suchobtal. Die erwärmte Luft wird weggeschafft und durch Luft ersetzt, die in Hochflächen-

[1] Dem Vergleich wurden 23 Tage zugrunde gelegt, da das spätere Standquartier in Kulika 2822 *m* (oberstes Schaklisutal) nicht mehr auf der Hochsteppe selbst lag. — Das Mittel aus den Terminen (7, 1, 9) gibt im Sommer in Steppengebieten viel zu hohe Mittel; in Tuptschek ist das Mittel aus den Terminen um 1·3° höher als das vierundzwanzigstündige Mittel. Für unsere Zwecke kommt dieser Umstand aber nicht in Betracht.

höhe aus dem Luftraume über dem Surchobtal zuströmt. Bei Tag verhält sich Tuptschek gegenüber der Hochsteppe wie eine Gehängestation.

Bei Nacht hingegen hindert der Höhenzug gegen das Surchobtal den Abfluß der kalten, schweren Luft, die nicht nur von der Hochfläche selbst, sondern auch aus den benachbarten, eiserfüllten Hochtälern stammt. Bei Nacht verhält sich Tuptschek wie eine Talstation. Pamirski Post aber repräsentiert unter allen Umständen, bei Tag und Nacht die Verhältnisse auf einer ausgedehnten Steppenebene, auf der die lokalen, horizontalen Luftverschiebungen ohne wesentlichen Einfluß auf den Temperaturgang bleiben.

Vergleichen wir Tuptschek mit Irkeschtam, so kommt sofort der Steppeneinfluß in Tuptschek zur Geltung, mit höherer Durchschnittstemperatur (mit Rücksicht auf die Höhendifferenz), höheren Temperaturen tagsüber, niedrigeren nachts:

Temperaturgang im Juli	7 a.	1 p.	9 p.	M.
Irkeschtam 2850 *m*	10·1	18·1	12·2	13·5
Tuptschek 3150 *m*	12·3	20·6	8·1	13·7

Wie man sieht, ist der Einfluß des Bodenreliefs und der Oberflächenbeschaffenheit nicht immer eindeutig und klar. Gegenüber der Hochsteppe ist Tuptschek tagsüber eine Gehängestation, gegenüber dem Hochtal Irkeschtam eine Steppenstation. Die Talstation Irkeschtam verhält sich zur Hochsteppe wie eine Gipfelstation, würde sich aber selbst einer wirklichen Gipfelstation gegenüber natürlich wie eine Talstation verhalten. Kurz, der Umstand, daß in unserem Gebirgssystem den Hochsteppen eine so große Bedeutung zukommt, kompliziert die Untersuchung der Temperaturverhältnisse ganz wesentlich.

In der Zeit vom 15.—26. August lagerten wir 300 *m* unterhalb und südwestlich der Tuptscheker Hochfläche, im obersten, flachen, steppenhaften Becken des Schaklisutales, auf den Weideböden von Kulika. Es ist nicht ohne Interesse, die gleichzeitigen Beobachtungen von Kulika und Pamirski Post miteinander zu vergleichen.

Mittlere Temperatur 16.—26. August 1913.

	7 a.	1 p.	9 p.	M.	mittl. Min.	Tagesschwankung (1 p. u. Min.)
Kulika 2822 *m*	12·4	20·8	7·2	13·5	1·3	19·5
Pamirski Post 3640 *m*	8·4	16·8	10·9	12·0	5·1	11·7

Kulika liegt um 800 *m* tiefer als Pamirski Post. Trotzdem sinkt die Temperatur nachts wesentlich tiefer als in Pamirski Post (Nachbarschaft großer Gletschertäler). Da gleichzeitig die Mittagstemperatur höher liegt als auf der Hochsteppe, so ist in Kulika die Tagesschwankung der Temperatur weitaus größer. Man ist gewohnt, die Hochsteppe als Schauplatz ganz besonders intensiver, periodischer Temperaturschwankungen anzusehen; doch sieht man, daß unter dem Einflusse lokal begünstigender Umstände (Steppencharakter, Verriegelung des Tales nach abwärts, Gletschernähe etc.) die Amplituden in Hochtälern viel größer werden können als auf der Hochsteppe. Mit Rücksicht auf den Höhenunterschied lehrt aber auch der Vergleich mit Kulika, wie abnorm groß tagsüber die Erwärmung der Luft über der Hochsteppe ist.

Das gilt auch für eine Beobachtungsreihe, die während eines elftägigen Aufenthaltes im obersten Chingobtale, in Paschimgar, 2660 *m*, gewonnen wurde:

Mittlere Temperatur 5.—14. September 1913.

	7 a.	1 p.	9 p.	M.	mittl. Min.	Tagesschwankung
Paschimgar 2660 *m*	6·5	18·7	9·2	11·5	2·6	16·1
Pamirski Post 3640 *m*	3·9	13·7	7·5	8·4	— 0·6	14·3

In Anbetracht des großen Höhenunterschiedes (1000 *m*) sind die Temperaturen auf der Hochsteppe durchwegs sehr hoch, obwohl die hochsommerliche Hitze längst vorüber ist. Man sieht deutlich, daß die hohen Sommertemperaturen der Hochsteppe gegenüber den Talstationen und Tuptschek nicht ausschließlich durch die außerordentliche Erwärmung tagsüber bewirkt werden, sondern auch dadurch, daß die nächtliche Abkühlung viel geringer ist als in den Talstationen und in Steppengebieten geringen Umfanges. Der Einfluß der Höhe tritt zurück gegenüber dem Einflusse der Terraingestaltung und bei Beurteilung des letzteren ist wieder die wechselnde Ausdehnung ein wichtiger Faktor. So wie die waldlosen, nackten Gebirge des Pamir-Alaisystemes für das morphologische Studium der Oberflächenformen sehr günstig sind, begünstigen sie auch die Untersuchung des Einflusses, den die Oberflächenformen in

meteorologischer Beziehung üben — hauptsächlich deshalb, weil wetterbildende Faktoren von außen her selten eingreifen und der Witterungsablauf im großen und ganzen viel mehr durch lokale Faktoren diktiert wird als zum Beispiel in den Alpen.

Die Ergebnisse dieses Abschnittes beweisen einerseits durch den Vergleich mit Tuptschek, daß die Sommertemperatur in Pam. Post tatsächlich als außerordentlich hoch bezeichnet werden muß und nur durch die große Ausdehnung des Steppengebietes erklärt werden kann; der Umstand andererseits, daß Irkeschtam kälter ist als Tuptschek, berechtigt uns, die in Irkeschtam beobachteten Temperaturen als charakteristisch für freie Gebirgslage im Gegensatz zur Hochsteppe und Steppentälern zu betrachten.

3. Jährlicher Temperaturgang.

Die bemerkenswerteste Erscheinung im jährlichen Temperaturgange Westturkestans[1] ist der warme Frühling, dem ein relativ sehr kalter Herbst gegenübersteht. Der April ist (in der Niederung) durchwegs wärmer als der Oktober, dessen Temperatur unterhalb des Jahresmittels liegt.

Diese Erscheinung ist aber nicht charakteristisch für jede Höhenlage. Bilden wir nach Tabelle 1 (pag. 7) für jede Station die Temperaturdifferenz April—Oktober und ordnen wir die Stationen nach der Höhe, so finden wir:

Temperaturdifferenz April—Oktober.

Petro Alexandrowsk	85 *m*	$\Delta t = +2{\cdot}5°$	Osch	1023 *m*	$\Delta t = +1{\cdot}7$
Kerki	262	$+2{\cdot}5$	Narynsk	2015	$+1{\cdot}2$
Taschkent	478	$+1{\cdot}7$	Khorog	2105	$-1{\cdot}1$
Margelan	576	$+2{\cdot}7$	Irkeschtam	2850	$-0{\cdot}2$
Samarkand	719	$+1{\cdot}1$	Pamirski Post	3640	$+0{\cdot}3$
Pendschikent	964	$+1{\cdot}2$			

Der Temperaturüberschuß des April über den Oktober verschwindet im allgemeinen in größeren Höhen. Aber es besteht keine einfache Beziehung zur Höhe selbst, wie am besten das gegensätzliche Verhalten von Khorog und Narynsk zeigt. Auch der Umstand, daß auf der Hochsteppe trotz zunehmender Höhe die Differenz wieder positiv wird, schließt eine Abhängigkeit von der Höhenlage allein aus.

Der warme April (Frühling) in Turkestan wird allgemein damit erklärt, daß der in der Steppe fast ganz schneefreie Boden sich im Frühling sehr rasch und stark erwärmt, wobei auch auf das »Reinfegen der Steppen durch die Winterstürme« hingewiesen wird.[2] Letzterer Umstand spielt sicher keine Rolle, da der April auch in den Oasen der Gebirgsrandzone, in welchen Stürme eine große Seltenheit sind, viel wärmer ist als der Oktober. Aber selbst dort, wo in der Niederung eine Schneedecke sich bildet, wird sie nie so hoch, daß sie nicht in zwei, drei sonnigen Tagen weggeschmolzen würde, weshalb die Erwärmung auch in diesen Gebieten nur unbedeutend verzögert ist. Die kleinere, positive Differenz in Taschkent und Samarkand gegenüber Margelan ist sicher auf den viel reichlicheren, winterlichen Niederschlag in den zwei erstgenannten Orten zurückzuführen. (Niederschlag Dezember—März: Taschkent 188 *mm*, Samarkand 142, Margelan hingegen nur 68 *mm*; Dschisak — zwischen Taschkent und Samarkand — Winterniederschlag 214 *mm*, Temperaturdifferenz April—Oktober nur $+ 0{\cdot}7°$, entsprechend dem bedeutenderen Schneefall).

Im Gebirge bildet sich im Gegensatz zur Niederung stellenweise eine hohe Schneedecke. Wie sehr letztere die Erwärmung im Frühjahr verzögert, zeigt gerade der Gegensatz zwischen Narynsk und Khorog. Beide Orte liegen gleich hoch; die Niederschlagsmenge von November bis März beträgt in Narynsk nur 61 *mm*, in Khorog hingegen 145 *mm*. Auch nach Reiseberichten (Olufsen u. a.) ist Khorog

[1] Und weit darüber hinaus; auch in ganz Ostturkestan und im Gebiete bis an die Küsten des pazifischen Ozeans ist der April wärmer als der Oktober.

[2] Hann, Handbuch der Klimatologie, 3. Aufl., Bd. III, p. 258.

im Winter sehr schneereich. Als Folgeerscheinung ergibt sich der relativ kühle April, obwohl Khorog um 4° südlicher liegt als Narynsk.

Einen weiteren Beweis für den Einfluß der Schneedecke bietet Pamirski Post. Trotz der großen Höhe fehlt der Hochsteppe in weiten Bezirken eine Schneedecke vollständig (November—März nur 16 *mm* Niederschlag). Es ist also trotz der Höhe die Vorbedingung für raschen und intensiven Temperaturanstieg im Frühling gegeben, ähnlich wie in der Niederung. Tatsächlich wird auf der Hochsteppe der April wieder wärmer als der Oktober.

Ein Einfluß der Höhenlage ist also nur insoferne vorhanden, als bei gleichem winterlichem Niederschlag in der Höhe die Bedingungen zur Ausbildung einer längerdauernden Schneedecke günstiger sind als in der wärmeren Niederung. Fehlt der winterliche Niederschlag, so tritt auch in großen Höhen sofort eine Annäherung an den Temperaturgang in der Niederung ein.

Hingegen ist ein direkter Einfluß der Höhenlage auf die Oktobertemperatur vorhanden. Unterhalb 2000 *m* ist der Oktober durchwegs kälter als das Jahresmittel, oberhalb 2000 *m* durchwegs wärmer. Ein Vergleich von Pendschikent-Osch einerseits mit Narynsk-Khorog andrerseits läßt schließen, daß die kritische Höhe in zirka 1500 *m* zu suchen ist.

Temperaturdifferenz Oktober—Jahresmittel.

Petro Alexandrowsk	$\Delta t = -1{\cdot}1°$	Osch-Pendschikent	$\Delta t = -1{\cdot}1°$
Kerki	$-1{\cdot}3$	Narynsk	$+1{\cdot}7$
Taschkent	$-1{\cdot}4$	Khorog	$+1{\cdot}7$
Margelan	$-1{\cdot}2$	Irkeschtam	$+0{\cdot}4$
Samarkand	$-1{\cdot}0$	Pamirski Post	$+1{\cdot}0$

Daß das Oktobermittel höher als das Jahresmittel ist, ist in den Alpen Regel, sowohl in der Niederung als in der Höhe, ist aber eine besonders charakteristische Erscheinung größerer Höhen, nicht nur in den Alpen. Das Verhalten der hochgelegenen, zentralasiatischen Stationen stellt also gewissermaßen den normalen Gang dar, während der relativ kalte Oktober der Niederung als Ausnahmserscheinung betrachtet werden muß. Die Erscheinung wird dadurch umso bemerkenswerter, weil sie sich nur auf Westturkestan (und Kaschgarien) beschränkt und zum Beispiel in Westsibirien nicht mehr gefunden wird; selbt in Semiretschie verwischt sie sich bereits. Die Grenze des im Herbst relativ kalten Gebietes ist im Norden etwa bei Kasalinsk zu suchen. Die Ursachen der Erscheinung sind noch nicht geklärt, hängen aber wohl mit der raschen Ausbreitung kalter Luft von Norden her im Herbst zusammen, sind also an Vorgänge geknüpft, die auch zu den ersten, ausgebreiteten Niederschlägen nach dem regenlosen Sommer Veranlassung geben. Ein näheres Eingehen auf diese Frage, die auf Grund eines ausschließlich turkestanischen Materiales nicht diskutiert werden kann, muß einer speziellen Untersuchung überlassen bleiben.

4. Tagesschwankung der Temperatur.

Ehe ich die Beobachtungen der Expedition bespreche, ist eine Diskussion des russischen Stationsmateriales umso mehr geboten, als in meiner früheren Untersuchung die Tagesschwankung der Temperatur in ganz ungenügender und teilweise irreführender Weise dargestellt ist. Ich habe damals die Tagesschwankung nur auf Grund der Terminbeobachtungen diskutiert und viel zu kleine Werte erhalten.

Die Berechnung der Tagesschwankung wird dadurch erschwert, daß die russischen Jahrbücher bei Publikation der vollständigen Tagesbeobachtungen wohl die Minima der Temperatur, nicht aber die Maxima publizieren. Man muß statt der Maxima die Mittagstemperatur (1 p.) einsetzen, die durchschnittlich etwas niedriger als das Maximum ist. Die berechnete Tagesschwankung wird somit etwas kleiner als die tatsächliche, doch kann diese geringfügige Abweichung, die im Mittel kaum 1° betragen dürfte, außer Betracht bleiben.

Durch Berechnung aus mittlerer Mittagstemperatur und mittlerem Minimum ist die nachstehende Übersicht entstanden, wobei mit Rücksicht auf die sehr lückenhaften Angaben der Jahrbücher die Jahre 1894—1900 zugrunde gelegt wurden. Die Unvollständigkeit des Materiales verbot auch die Einbeziehung einer größeren Zahl von Stationen.

Tabelle 2.

	Jänner	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
a) Tagesschwankung der Temperatur.													
Taschkent	9·0	9·4	9·5	10·8	13·0	14·5	15·6	16·2	**16·4**	14·4	9·4	8·3*	12·2
Margelan	9·5	9·6	9·7	11·4	13·0	15·5	16·0	16·1	**17·4**	14·2	9·8	8·7*	12·6
Pamirski Post	15·4	**16·9**	16·4	14·0*	14·1	14·1	14·5	15·5	**16·9**	16·0	15·9	15·7	15·5
b) Mittlere maximale Tagesschwankung (Mittel aus 4 Jahren).													
Taschkent	17·9	17·0	16·6	18·9	18·4	16·7	19·8	20·2	**20·5**	20·2	16·0	15·0*	20·5
Pamirski Post	**25·4**	24·8	24·7	19·8*	20·2	20·0	20·8	22·1	**22·6**	21·5	21·8	22·9	25·4
c) Absolute maximale Tagesschwankung (4 Jahre).													
Taschkent	**21·8**	20·3	18·2	21·1	20·4	21·6	21·7	21·5	21·0	21·2	17·0	16·6*	21·8
Pamirski Post	26·6	**27·0**	25·1	22·4	22·0	22·0	21·9	24·7	24·0	24·2	23·9	25·4	27·0

Wir vergleichen nur die Gebirgsrandzone (Taschkent und Margelan) mit der Hochsteppe. — Im Jahresmittel ergibt sich für die Hochsteppe eine um zirka 3° größere Tagesschwankung, sie ist aber nicht in allen Monaten gleichmäßig höher als in der Niederung. In der Gebirgsrandzone zeigt sich nämlich ein ausgesprochener, jährlicher Gang im Betrage der Tagesschwankung, in der Weise, daß die tägliche Temperaturamplitude am kleinsten im Winter, durchschnittlich am größten im Sommer ist und den absolut höchsten Wert im Frühherbst, im September erreicht. Im September ist tagsüber die Erwärmung noch sehr bedeutend, während andererseits die rasch wachsende Länge der Nacht die nächtliche Abkühlung sehr begünstigt. Die extremen Monate (September und Dezember) geben in der Niederung einen Unterschied von 8—9° im Betrage der Tagesamplitude.

Auf der Hochsteppe beträgt dieser Unterschied kaum 3°. Hier ist im Gegensatz zur Niederung fast kein jährlicher Gang vorhanden. Die Tagesschwankung ist vielmehr in allen Jahreszeiten sehr bedeutend, in der kalten Jahreshälfte etwas größer als in der warmen, also umgekehrt wie in der Niederung. Der auch im Winter fast immer schneefreie Boden der Hochsteppe ermöglicht auch in der kältesten Zeit eine intensive Erwärmung des Bodens und damit der Luft, während andererseits die langen Nächte, die große Höhe, die Trockenheit der Luft und eine wesentlich geringere Bewölkung als in der Niederung äußerst starke Abkühlung zur Folge haben. Im Gegensatz zur Niederung finden wir zwei Maxima, im Februar und September, bezeichnend für die rasche Zunahme der Tageslänge im Februar, der Nachtlänge im September. In der kalten Jahreshälfte ist die Hochsteppe niederschlagslos, während die Niederung Winter- und Frühlingsregen hat, worin vor allem der große Unterschied im Betrage der Tagesamplitude im Winter begründet ist.

In der Trockenzeit ist in der Niederung die Tagesschwankung sogar größer als auf der Hochsteppe, wobei die stärkere sommerliche Bewölkung im Gebirge von Einfluß ist. Den landläufigen Vorstellungen über die exzessiv großen Tagesschwankungen der Temperatur auf den Pamirsteppen entspricht das Ergebnis freilich nicht, daß im Sommer in der Niederung durchschnittlich ebenso große Amplituden beobachtet werden. In Margelan finden wir von Juni bis September höhere

Durchschnittswerte als in Pamirski Post und die mittlere Tagesschwankung erreicht auf der Hochsteppe in keinem Monat den Septemberwert in Margelan. Der höhere Jahreswert in Pamirski Post ist ganz durch die Wintermonate bedingt.

Bei einem Vergleiche dieser Zahlen und bei Beurteilung der Reiseberichte darf man aber nie vergessen, daß es erstens für das subjektive Empfinden einen großen Unterschied bedingt, ob eine durchschnittliche Tagesschwankung von 17° zwischen 35° und 18° vor sich geht wie in der Niederung, oder zwischen 20° und 3° wie auf der Hochsteppe. Was in der heißen Niederung als Wohltat empfunden wird, wirkt auf der Hochsteppe als Unannehmlichkeit. Zweitens ist darauf hinzuweisen, daß die direkten Wirkungen der Einstrahlung bei Tag, der Ausstrahlung bei Nacht auf unsere Wärmeempfindung in der hochgelegenen, baumlosen, ungemein trockenen Hochsteppe außerordentlich gesteigert sind. Ich war selbst sehr erstaunt, daß die tatsächlich beobachteten Temperaturen für die Hochsteppe keine größeren Werte der mittleren Tagesschwankung ergaben als für die Niederung.

In Tabelle 2 *b* sind die größten Tagesschwankungen mitgeteilt, die man durchschnittlich in jedem Monat zu erwarten hat. Hier verschiebt sich das Bild ein wenig zugunsten der Hochsteppe insoferne, als auf letzterer in jedem Monat, in Taschkent hingegen nur in vier Monaten maximale Schwankungen von 20° vorkommen, ferner hat man auf der Hochsteppe in den drei Wintermonaten mit maximalen Schwankungen von 25° zu rechnen, während Amplituden dieser Größe in der Gebirgsrandzone nicht beobachtet werden.

Zur Ergänzung sind noch die absolut größten Tagesamplituden des Zeitraumes von 1897—1900 in Tabelle 2 *c* mitgeteilt. Während in der Niederung eine Amplitude von zirka 22° die obere Grenze darstellt, wurden in Pamirski Post Amplituden bis zu 27° beobachtet. Eine längere Beobachtungsreihe würde die maximalen Werte natürlich erhöhen. Mit größeren Tagesamplituden als 30° braucht man aber selbst auf der Hochsteppe gewiß nicht zu rechnen.

Damit stimmen auch die Ergebnisse überein, die Olufsen auf einer lange dauernden Bereisung der Pamirgebiete gewonnen hat.[1] Für Juli ergibt sich ein mit Pamirski Post übereinstimmender, für den August ein höherer Wert. Als größte Tagesschwankung beobachtete Olufsen am See Bulunkul, 3970 *m*, 27·1°, mit unserem Maximalwert übereinstimmend, aber im August beobachtet. Im Winter und Spätsommer hat man in den verschiedenen Hochsteppengebieten auf jeden Fall mit maximalen Tagesschwankungen von zirka 28° zu rechnen, ohne daß die Durchschnittsamplituden im Sommer größer als in der Niederung wären.

Es ist nicht ohne Interesse, die jahreszeitlichen Mittelwerte der täglichen Temperaturschwankung mit den Werten zu vergleichen, die für einige Stationen Ostturkestans gefunden wurden, da letzteres Gebiet ebenfalls seines extremen, täglichen Ganges wegen bekannt ist.

Tagesschwankung der Temperatur.

Ort	Höhe	Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Jahr
Luktschun[1]	— 30 *m*	13·3°	16·8	16·7	17·0	15·9
Urmutschi[2]	905	9·0	12·4	13·1	10·8	11·3
Kaschotak u. Temirlik[1]	2866	—	—	—	22·7	—
Taschkent	478	8·9	10·9	15·4	13·4	12·2
Pamirski Post	3640	16·0	14·8	14·7	16·3	15·5

[1] Hann, Handbuch der Klimatologie, III. Aufl., Bd. III, p. 316. — [2] Woeikof, Klima von Urmutschi, Met.-Z. 1914, p. 347. Urmutschi zeigt, daß in Ostturkestan, in der Niederung, die Tagesschwankung stellenweise sogar kleiner ist, als in Westturkestan, während in Luktschun, der »kontinentalsten« Station der Erde, die Amplitude so groß wie auf der Hochsteppe wird. Um größere Tagesschwankungen als auf letzterer zu finden, muß man in Ostturkestan in größere Höhen gehen, soweit man die Beobachtungen, die Sven v. Hedin im Herbst ausgeführt hat, als charakteristisch ansehen kann. Auf jeden Fall gehört die durchschnittliche Tagesschwankung der Temperatur auf der Pamirhochsteppe zu den größten, die auf der ganzen Erde gefunden werden und besonders die bedeutende Tagesschwankung im Winter muß als charakteristisches Merkmal der innerasiatischen Hochgebirgssteppen bezeichnet werden.

[1] O. Olufsen, The second Danish Pamir expedition. Meteorological observations from Pamir 1898—1899. Det nordiske forlag 1903.

Eigene Beobachtungen.

Gegenüber den Beobachtungen stabiler Stationen fällt natürlich die kurze Beobachtungsserie während unserer Reise wenig ins Gewicht. Einen gewissen Wert erhält sie dadurch, daß sie sich zum Teil auf typische Gebirgstäler bezieht, über deren Temperaturamplitude im Verhältnis zu Niederung und Hochsteppe wir nicht viel wissen. Außerdem bietet die Besprechung einiger Temperaturdiagramme instruktive Details.

Zeit	Gebiet	mittlere Höhe	Tagesschwankung mittlere	Tagesschwankung maximale
Juni	Scharschaus und Mittelbuchara	800 *m*	15·2	21·5°
Juli	Surchobtal	1550 *m*	15·8	17·0
Juli, August	Hochfläche Tuptschek	3150 *m*	19·0	25·0
August, September	Kulika (Steppental)	2822 *m*	21·6	25·5
September	Paschimgar	2660 *m*	16·4	19·0

Von einer Abnahme der Amplitude mit der Höhe ist nichts zu merken. Über die bedeutende Amplitude auf der Tuptscheker Hochfläche ist nach den früheren Ausführungen nichts zu bemerken. Daß Scharschaus und Mittelbuchara im Betrage der Tagesschwankung mit Taschkent und Margelan übereinstimmen, trotz eines beträchtlichen Breitenunterschiedes, zeigt nur, wie gleichförmig die Tagesschwankung in den Oasenstädten der Gebirgsrandzone ist. Im Surchobtal, beträchtlich höher, findet man ebenfalls den Wert der Gebirgsrandzone.

Das Surchobtal ist oberhalb 1300 *m* ein breites, schutterfülltes Tal, das am besten als langgezogene, schutterfüllte Talebene zwischen hohen, steilen Gebirgsketten bezeichnet werden kann — eine Talkonfiguration, die für Ausbildung starker Temperaturschwankungen sehr günstig ist. Doch liegt die Mehrzahl der Siedelungen auf Schuttkegeln beträchtlich über der Talsohle, was die Extreme des täglichen Wärmeganges stark abstumpfen dürfte.

Mit der Hochsteppe sind die Tuptscheker Hochfläche und das Steppental bei Kulika zu vergleichen. Begünstigt durch die früher eingehend diskutierten Geländeeinflüsse ergeben sich hier größere Amplituden als auf der Hochsteppe. Trotz der Kürze der Beobachtungsreihe übertreffen die maximalen Amplituden in Tuptschek und Kulika die maximalen, aus vier Jahrgängen berechneten Sommerwerte für Pamirski Post. Paschimgar, fast gleich hoch wie Kulika, liegt im obersten Chingobtal, dessen Konfiguration dem Surchobtal sehr ähnlich ist; man findet viel kleinere Amplituden als im Steppental gleicher Höhe.

Ganz im allgemeinen kann man feststellen, daß wenigstens im Sommer die Amplituden überall groß und in den Oasen der Gebirgsrandzone wie in den Gebirgstälern als auch auf der Hochsteppe dem Betrage nach nicht sehr verschieden sind. Wo Tallage sich mit Steppencharakter kombiniert, werden die Amplituden am größten.

Ganz anders verhalten sich aber steil absinkende Täler und die Hänge der Bergketten. Beobachtungen in steilen Hochtälern und im Gehänge der Berge konnte ich nur gelegentlich durchführen. Durchwegs ergab sich dabei eine viel kleinere Tagesschwankung als in den benachbarten, großen Tälern oder in der Niederung. Geringe Erhebung über die Niederung ergibt oft sehr große Unterschiede.

Der Auslauf der Gebirgstäler (Hissarische Kette) in das mittelbucharische Talbecken ergab Gelegenheit zu derartigen Beobachtungen. In der Niederung (700 *m*) wurden Tagesschwankungen von 18·0—21·5° gemessen. Im weiten Auslauf zweier Täler (Sangardak und Karatagh — 900 *m*) wurden Amplituden von nur 9·5—13·5° beobachtet. Der Unterschied wurde nur durch die geringere nächtliche Abkühlung im Auslauf der Seitentäler bewirkt; mittags lagen die Temperaturen gleich hoch wie in der Niederung. Tallage wirkt eben nur dort stark vergrößernd auf die Tagesschwankung, wo nachts die durch Ausstrahlung erkaltete Luft stagnieren kann.

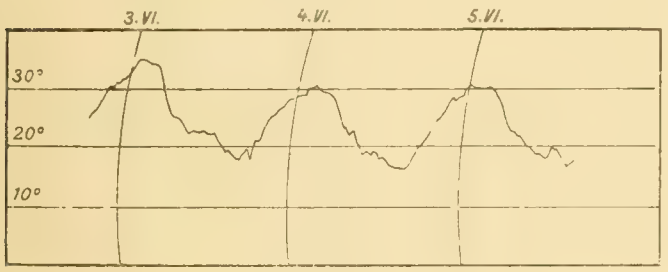
Beobachtungen der Tagesschwankung in reiner Gehängelage bei großem Höhenunterschied gegenüber dem Tal führte ich bei Gipfelersteigungen im Surchobtal (Kette Peters des Großen) aus. Unsere Lagerplätze lagen dabei in Höhen von 2800—3600 *m*, also in Höhen, die mit jenen der früher mitgeteilten Steppenstationen übereinstimmen. Während im Surchobtal der Thermograph Amplituden von 14—17°, in Tuptschek von 19—25° verzeichnete, ergaben die Gehängebeobachtungen Amplituden von 6—7°.

Erstrecken wir unsere Betrachtung also auch auf freie Gehängelage, so finden wir in unserem Gebirgssysteme je nach der Oberflächenform in gleicher Höhe Werte der Tagesschwankung, die um das Zwei- bis Dreifache sich voneinander unterscheiden Bewegen wir uns zum Beispiel im Surchobtal selbst von der Niederung bis zum Oberlauf des Flusses, bis in das weite Steppental Alai, so finden wir keine Abnahme der Amplitude mit der Höhe. Umso rascher nimmt die Amplitude aber ab, wenn wir im Seitengehänge des unteren und mittleren Surchobtales bis zur Höhe der Alaisteppe emporsteigen.

Diagramme.

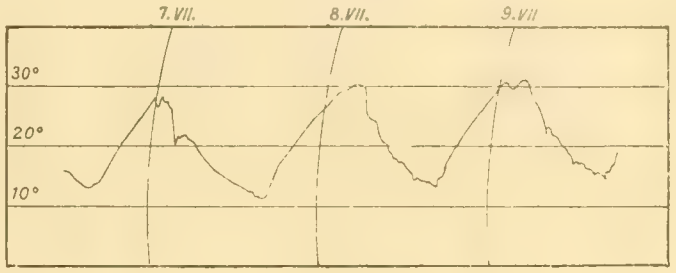
Bei dem Mangel an Registriermaterial aus diesen entlegenen Gebieten bietet die Betrachtung von Temperaturkurven einiges Interesse.

Diagramm 1.



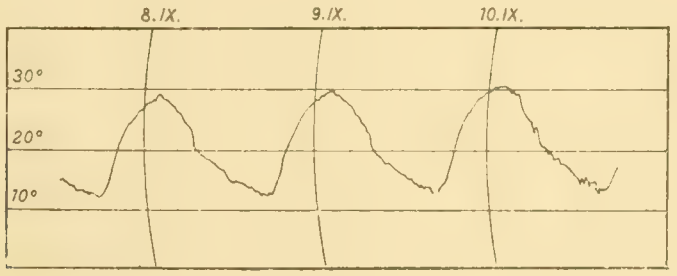
Scharschaus.

Diagramm 2.



Kalai-ljabi-ob.

Diagramm 3.



Paschimgar.

Zu den Diagrammen 1 bis 3 ist wenig zu bemerken. Das erste stammt aus Scharschaus 629 *m*, einem Talbecken zwischen den Westausläufern der Hissarischen Kette. Die drei Tage, deren Diagramm vorliegt, waren der schwülen Luft wegen wohl die unangenehmsten während der ganzen Reise, obwohl die Temperaturen nicht besonders hoch, die nächtliche Abkühlung bedeutend war. Auch hoher Feuchtigkeitsgehalt kann es nicht gewesen sein, der diese Zeit so unangenehm gemacht hat, da die gleichzeitig gemessenen Werte der relativen Feuchtigkeit sämtlich zwischen 32 und 66 % liegen. Die Empfindung besonderer Schwüle war immer durch zeitweise Zunahme der Bewölkung hervorgerufen, gesteigert durch die völlige Windstille bei Tag und Nacht. Auch als Kriegsgefangener in Taschkent konnte ich mich zur Genüge davon überzeugen, daß die im Frühsommer noch häufigere Wolkenbildung die niedrigeren Temperaturen viel schwerer ertragen läßt als später die hochsommerliche Hitze ohne Wolkenbildung.

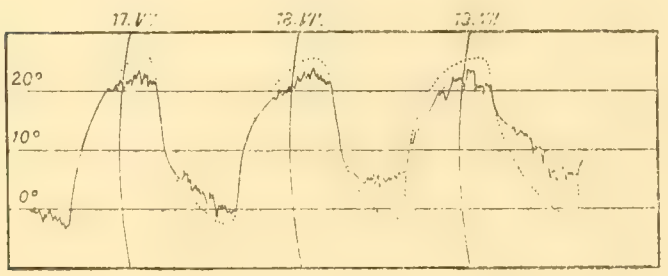
Bei fast gleich hohen Mittagstemperaturen war der Aufenthalt im Surchobtal (Kalailjabiob 1543 *m*; Diagramm 2) viel angenehmer, bei kräftigen Talwinden und Werten der relativen Feuchtigkeit zwischen 15 und 50 %. Die nächtliche Abkühlung war sehr bedeutend und in manchen Nächten hatte man die Empfindung der »Kühle«. Ein Gewitter am 7. Juli markiert sich durch eine Temperaturstufe, worauf die Temperatur wieder die der Tageszeit entsprechende Höhe erreicht.

Abermals 1000 *m* höher liegt Paschimgar 2660 *m* (Diagramm 3), dessen Temperaturgang die kräftigen Amplituden ausgesprochener Tallage zeigt. Mit größter Regelmäßigkeit wiederholt sich der Temperaturgang Tag für Tag; eine kleine

Temperaturstufe abends markiert das Erlöschen des Talwindes. Was die Temperaturverhältnisse anbelangt, waren die Tage in Paschimgar die angenehmsten der Reise. Der Herbst ist in diesen zentralen Gebietstälern überhaupt von unvergleichlicher Schönheit, aber als Reisezeit wegen der früh einsetzenden Schneefälle im Hochgebirge nur jenen zu empfehlen, die die Hochregion selbst meiden.

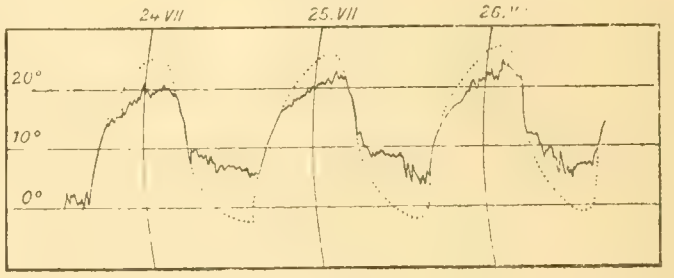
Die Diagramme der Hochfläche von Tuptschek und des Talbeckens von Kulika knapp unterhalb der Hochfläche bieten ein wesentlich anderes Bild. Der Unterschied gegenüber den eben besprochenen Diagrammen drückt sich nicht nur durch die größeren Amplituden auf der Hochfläche aus, sondern in noch auffälligerer Weise durch den unruhigen Temperaturgang während der wärmsten und kältesten Jahreszeit.

Diagramm 4.



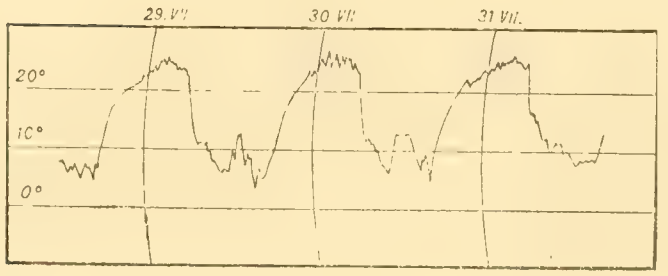
Tuptschek

Diagramm 5.



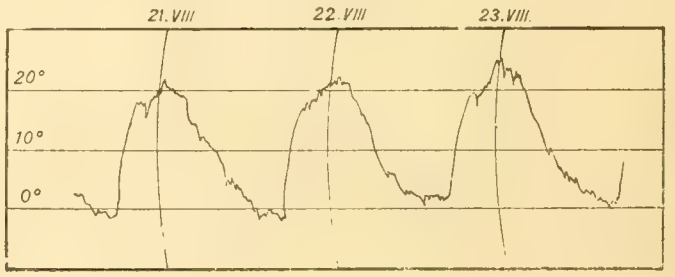
Tuptschek.

Diagramm 6.



Tuptschek.

Diagramm 7.



Kulika.

Eine wenig gestörte Temperaturkurve zeigt zum Beispiel der 17. Juli (Diagramm 4). Gleich nach Sonnenaufgang beginnt die Temperatur rasch zu steigen und steigt bis 10 a um rund 20°. Der weitere Temperaturanstieg bis zum Tagesmaximum ist verflacht und durch zahlreiche kleine Temperaturschwankungen unterbrochen, welch letztere der immerhin langsam reagierende Registrierapparat bezüglich Dauer und Intensität sicher nur sehr unvollkommen wiedergibt. Um 5 p. beginnt rapider Temperaturfall, der um 9 p. langsamer wird unter erneutem Übergang zu kleinen Schwankungen.

Die Kurve des 17. Juli ist die am wenigsten gestörte von 23 Tageskurven. Sie kommt einer reinen »Strahlungskurve« am nächsten, wie sie sich in völlig ungestörter Form durch die punktierte Ergänzung darstellen läßt. Die Abweichung der tatsächlich beobachteten von der ergänzten idealen Kurve ergibt bei Tag in den wärmsten Stunden einen störenden Einfluß, der die Temperatur erniedrigt, bei Nacht eine störende Ursache, die die Temperatur erhöht und überdies bei Tag und Nacht zu Temperaturschwankungen Veranlassung gibt. Die Störung in den heißen Tagesstunden zeigt sich alltäglich ohne große Unterschiede bezüglich Dauer und Betrag. Die Störung des nächtlichen Temperaturverlaufes ist ebenfalls in jeder Tageskurve verzeichnet, erstreckt sich auch in jedem Fall angenähert über den gleichen Zeitraum, ist aber der Intensität nach von Nacht zu Nacht sehr verschieden. Mitunter besteht die Störung nur in einigen kleinen Temperaturschwankungen wie in der Nacht vom 17. bis 18. Juli, mitunter aber entwickelt sich ein deutlich ausgeprägtes sekundäres Temperaturmaximum, wie es die Kurven des 29. und 30. Juli (Diagramm 6) zeigen. Die mitgeteilten neun Kurven zeigen alle möglichen Zwischenstufen.

Diese Störungen werden durch die Tal- und Bergwinde hervorgerufen, deren Einfluß auf den Temperaturgang sich ja auch in den Registrierungen alpiner Stationen ausdrückt, hier in Tuptschek aber der mächtigen normalen Temperaturamplitude wegen besonders auffällig zur Geltung kommt. Der durch Strahlungseinfluß allein bedingte Teil der Temperaturkurve und der dynamisch gestörte Teilverlauf ist in alpinen Registrierungen, so weit meine Kenntnis des Materials reicht, nirgends so schroff geschieden. Bedeckt sich jedoch über Tuptschek der Himmel einmal tagsüber mit Wolken, so verwischt sich der eben erwähnte Gegensatz sofort, wie zum Beispiel die Registrierung des 19. Juli zeigt. Sobald die lokalen, durch die Erwärmung bedingten Winde mit tageszeitlichem Richtungswechsel durch eine allgemeine Luftströmung verdrängt werden, entsteht ein Mischtypus des Temperaturganges, bei dem sich die scharfe Trennung zwischen »Strahlungskurve« und »Störungskurve« sofort verwischt.

Vormittags erwärmt sich die Luft über der Hochfläche sehr rasch und sehr stark, während die Luft in der Höhe von Tuptschek über dem Surchobtale ihre Temperatur nur wenig ändert. Der einsetzende Talwind befördert diese kältere

Luft zur Hochfläche und schneidet an manchen Tagen den weiteren Temperaturanstieg förmlich ab. Da der stark überwärmte Boden der Hochfläche die gegensätzliche Wirkung übt, erklären sich die Temperaturschwankungen ohne weiters.

Abends sinkt die Temperatur außerordentlich rasch, wobei über der Hochfläche sich zweifellos kräftige Temperaturumkehr einstellt. Die kalten Luftmassen stagnieren bei Windstille, bis die nächtliche Schrumpfung der Luftmassen über dem Surchobtal zum Abfließen der kalten Luft auf der Hochfläche führt. Einerseits hat die angesammelte kalte Luft ohnehin die Tendenz, durch die in den Hochflächenrand eingeschnittenen tiefen Schluchten in das Haupttal abzufließen, während anderseits der Schrumpfungsvorgang in den Luftmassen über dem Haupttal eine saugende Wirkung auf die Luft in den Seitentälern und auf der Hochfläche ausüben muß.

An die Stelle der abfließenden kalten Luft tritt wärmere Luft aus der Höhe, wodurch die weitere Abkühlung entweder verzögert oder ganz abgeschnitten wird. Das mitunter sehr ausgeprägte sekundäre Temperaturmaximum in der Nacht beruht gewiß auf einer Art Föhnwirkung, aber selbst bei starker Erwärmung liegt kein Grund vor, die hohe Temperatur durch ein Niedersinken der Luft aus größeren Höhen zu erklären. Da starke Inversion vorausgeht, genügt eine ganz geringe Verschiebung der Luftmassen in vertikaler Richtung, um der Hochfläche bedeutend wärmere Luft zuzuführen. Im allgemeinen wird das sekundäre nächtliche Temperaturmaximum die Temperatur anzeigen, die man in der Nachbarschaft in gleicher Höhe, aber in freier Gehängelage finden würde. Erwähnen will ich noch, daß ich in den Nächten, die wir in Tuptschek zugebracht haben, immer leichten Südostwind notiert habe, also eine Luftströmung, die ihrer Richtung nach mit den eben skizzierten Vorgängen übereinstimmt.

Der Temperaturgang in Kulika, 2822 *m* (Diagramm 7), einem talabwärts gut abgeriegelten Steppenbecken geringen Umfanges zeigt gegenüber der Hochsteppe geringere Störungen und deshalb eine stärkere Amplitude. Tagsüber greift der Talwind störend ein, aber nachts kann die sich ansammelnde kalte Luft nicht abfließen.

So starke Tagesschwankungen wie auf der Hochfläche und in Kulika werden nicht immer angenehm empfunden. Tagsüber macht sich die in Anbetracht der Höhe allerdings sehr hohe Temperatur weniger unangenehm fühlbar als die außerordentlich intensive Sonnenstrahlung, vor der kein Baum, kein Strauch Schutz gewährt und die auch den Aufenthalt in den Filzjurten der Kirgisen oder gar in Reisezelten unleidlich macht. Der starke Talwind vom Surchobtal her ist deshalb eine große Annehmlichkeit, die man auch dem Innern der Jurten durch teilweise Entfernung der Filzumhüllung zukommen läßt. Abends und nachts friert man auch im Hochsommer oft, aber man kann sich gegen die Kälte immerhin leichter schützen als gegen die Sonnenstrahlung tagsüber. Man gewöhnt sich zwar rasch an den schroffen periodischen Temperaturwechsel, ist aber außerordentlich empfindlich, wenn einer der seltenen sommerlichen Schlechtwettereinbrüche niedrige Allgemeintemperatur bringt.

5. Temperatur der Bodenoberfläche, Strahlungstemperaturen, Messungen der Wärmeausstrahlung.

Es werden in Kürze die Ergebnisse gelegentlich vorgenommener Messungen der in der Überschrift genannten Größen mitgeteilt, im Anschluß an die Behandlung der Tagesschwankung der Temperatur, die ihrem Betrage nach von den genannten Faktoren abhängig ist. Die Angaben über die Temperatur der Bodenoberfläche (T_o) beziehen sich auf nackten Boden, auf die oberste Schichte von meist staubartiger Beschaffenheit. Unter Strahlungstemperatur (T_s) ist die Angabe eines Vakuum-Schwarzkugelthermometers (Solarthermometers) verstanden. Die gleichzeitig beobachtete Lufttemperatur wird mit T bezeichnet.

Temperatur der Bodenoberfläche und Strahlungstemperatur.

		5 a.	7 a.	9 a.	11 a.	1 p.	3 p.	5 p.	7 p.	9 p.	11 p.
Scharschaus 629 *m*											
(6 Tage)	T	17	21	—	—	31	—	30	25	23	
	T_o	15	29	—	—	52	—	48	30	28	—
	T_s	—	41	—	—	61	—	54	—	—	
Lager Sugurluk 2900 *m*											
(2 Tage)	T	5	9	11	13	12	11	11	7	6	3
	T_o	— 1	10	27	37	30	22	21	7	3	0
	T_s	—	22	40	45	33	29	37	—	—	—

Die im Lager Sugurluk um 1 p. und 3 p. notierten Werte sind durch Wolkenbildung gestört und unbrauchbar. Die Messungen beziehen sich auf die Zeit vom 1. bis 15. Juni. Lager Sugurluk lag an einem noch nicht lange schneefrei gewordenen, flachen, durch Talwind gut ventilierten Hang.

Bei bedeutender Abnahme der Tagesschwankung der Lufttemperatur gegenüber der Niederung ist in der Höhe der Temperaturanstieg in der obersten Bodenschichte von gleichem Betrage wie in der Niederung (Sugurluk 38°, Scharschaus 37°) und würde wohl noch größer gefunden werden, wenn nicht die Mittagsbeobachtungen durch Bewölkung gestört wären. Im übrigen aber bedingt die Höhendifferenz von 2300 *m* einige Unterschiede.

Um 5 a. ist der Boden kälter als die Luft; die Differenz, in Scharschaus nur 2°, steigt in 2900 *m* auf 6°. Die Erwärmung des Bodens über die Lufttemperatur tritt in der Höhe verspätet ein. Um 7 p. und 9 p. ist in Scharschaus der Boden noch um 5° wärmer als die Luft, während im Lager Sugulurk um 7 p. Boden und Luft gleich temperiert sind, um 9 p. der Boden bereits um 3° kälter ist als die Luft, eine Wirkung der mit der Höhe rasch zunehmenden Wärmeausstrahlung.

Temperaturdifferenz Boden — Luft:	5 a.	7 a.	1 p.	5 p.	7 p.	9 p.
Scharschaus	— 2	+ 8	+ 21	+ 18	+ 5	+ 5
Sugurluk	— 6	+ 1	(+ 18)	+ 10	0	— 3

Weitere Schlüsse können aus einer so kurzen Beobachtungsreihe nicht gezogen werden. Was die Strahlungstemperaturen betrifft, so ist nur die rasche Abnahme der Strahlungstemperatur mit der Höhe auffällig, die anderweitigen Erfahrungen nicht entspricht.

Eine ähnliche Messungsreihe bezieht sich auf das Surchobtal bei Kalailjabiob, 1543 *m*, und die Hochfläche von Tuptschek.

	6 a.	10 a.	1 p.	4 p.	6 p.	9 p.	Minimum
Kalailjabiob 1543 *m*							
T	16	26	30	31	29	26	—
T_o	17	55	63	52	34	25	—
T_S	—	56	64	56	—	—	—
Tuptschek							
T	10	19	20	—	—	9	2
T_o	5	47	45	—	—	3	— 3
T_S	—	49	50	—	—	—	—

Es ergeben sich im wesentlichen die gleichen Schlüsse wie früher; um 6 a. und 9 p. sind im Tal Luft und Bodenoberfläche gleich temperiert, während auf der Hochfläche der Boden gleichzeitig um 5 bis 6° kälter ist als die Luft. Der Betrag der Erwärmung des Bodens ist in der Höhe ausgesprochen größer (unter Berücksichtigung des Minimums in Tuptschek), die Temperaturdifferenz Boden — Luft ist jedoch im Tal auch in der wärmsten Tageszeit größer als auf der Hochfläche. Der nach 10 a. auf der Hochfläche einsetzende sehr heftige Talwind, der den Anstieg der Lufttemperatur in so auffälliger Weise verzögert, wirkt in ähnlicher Weise auch auf die Temperatur der Bodenoberfläche, wie die niedrigere Bodentemperatur in Tuptschek um 1 p. zeigt.

Temperaturdifferenz Boden — Luft:	6 a.	10 a.	1 p.	9 p.
Kalailjabiob	+ 1	+ 29	+ 34	— 1
Tuptschek	— 5	+ 28	+ 25	— 6

Der Temperaturüberschuß des Bodens über die Luft ist tagsüber größer als im Juni. Alle Phänomene, bei welchen die Strahlung mitspielt, müssen auf der Hochfläche ausgeprägter sein als im

Lager Sugurluk, wo neben der guten Ventilation der freien Lage die Feuchtigkeit des noch nicht lange schneefreien Bodens die Erwärmung des Bodens sicher stark herabgedrückt hat. Im Lager Sugurluk weisen auch die bedeutenden Differenzen zwischen Boden- und Strahlungstemperatur auf feuchten Boden hin, während in der Beobachtungsserie Surchobtal—Tuptschek gerade der Umstand sehr bemerkenswert ist, daß zur Zeit hohen Sonnenstandes die Temperatur der Bodenoberfläche nur wenig unter der Strahlungstemperatur bleibt, im Tal sowohl wie auf der Hochfläche.

Differenz Solarthermometer — Bodenoberfläche:	10 a.	1 p.	4 p.
Kalailjabiob	+ 1	+ 1	+ 4
Tuptschek	+ 2	+ 5	

Bei Messungen, die an fünf aufeinander folgenden Tagen im mittelbucharischen Gebiet (mittlere Höhe 700 *m*) ausgeführt wurden, ergab sich um 1 p. zwischen Strahlungs- und Bodentemperatur nur eine mittlere Differenz von 5° ($T_s = 65°$, $T_o = 60°$, $T = 35°$). Es ergibt sich daraus der Schluß, daß unter günstigsten Verhältnissen (Windstille, ungestörte Einstrahlung, ganz trockener Boden) sich die Bodenoberfläche bis auf die Temperatur des Solarthermometers erwärmt. Die lockere oberste Schichte von staubartiger Beschaffenheit reflektiert fast nichts und absorbiert wie ein schwarzer Körper. Daß der Boden durchschnittlich unter der Strahlungstemperatur bleibt, ist eine Wirkung des Windes und der Verdunstung des im Boden enthaltenen Wassers. Während zum Beispiel in Tuptschek nach Beginn des Talwindes die Bodentemperatur sinkt, steigt gleichzeitig die Temperatur des Solarthermometers noch weiter.

Daß bei Gipfellage, die im Verhältnis zu Tal und Hochsteppe niedrige Lufttemperatur nicht auf mangelnde Erwärmung des Bodens, sondern auf den durch Wind bewirkten raschen Abtransport der erwärmten Luft zurückzuführen ist, zeigen folgende zwei Beobachtungsserien:

	Kemkutankette bei Samarkand, 28. bis 30. Mai, 1 p.		Gebiet von Tuptschek, 2. August, 1 p.	
	Tal 1360 *m*	Gipfelhang 2000 *m*	Hochfläche 3150 *m*	Gipfel Atschik 5018 *m*
T	24	13	20	8
T_o	47	54	45	42

In der ersten Serie ist die Lufttemperatur auf dem Gipfel um 11° niedriger als im Talbecken, obwohl die Bodentemperatur auf dem Gipfel um 7° höher liegt. Im zweiten Beispiel steht einem Unterschied der Lufttemperatur von 12° ein Unterschied der Bodentemperatur von nur 3° gegenüber. Die Ausdehnung der »geheizten« Fläche ist eben für den Gang der Luftemperatur von ausschlaggebender Bedeutung. Die hohe Sommertemperatur der Hochsteppe und auch der Tuptscheker Hochfläche ist nur auf die große Ausdehnung der Heizfläche zurückzuführen. Selbst wenn starker Wind einsetzt, strömt Luft zu, die im Nachbargebiet ebenfalls stark überwärmt wurde, so daß der Einfluß des Windes umso geringer wird, je ausgedehnter die Hochfläche ist. Vergleicht man die Hochsteppe mit Gipfelstationen gleicher Höhe, so sind außerordentliche Unterschiede der Lufttemperatur zu erwarten, bei geringen Unterschieden in der Bodentemperatur.

Die starke Erwärmung des Bodens auf der Tuptscheker Hochfläche, die starke Abkühlung bei Nacht wirkt auch auf die Wassertemperatur des Karaschura ein, der als träges Bächlein in unzähligen Mäandern sich westwärts durch die Hochfläche schlängelt. Am 17. Juli maß ich die Temperatur des Baches:

	6^{45} a.	9^{15} a.	12^{15} p.	3^{40} p.
$T =$	3·8	11·5	21·0	21·0

Die mächtige Erwärmung des kleinen Baches dürfte wesentlich durch die Temperatur des Bodens verursacht sein, dessen Einwirkung ja das seichte, langsam fließende Gewässer im stärkstem Maße ausgesetzt ist. Aber auch in größeren stehenden Gewässern ist die Erwärmung durch die intensive Strahlung, wohl ohne bedeutende Mitwirkung des überwärmten Bodens, eine sehr beträchtliche. Zwischen den flachen Hügelkämmen der nördlichen Begrenzung der Hochfläche liegt eine Reihe von kleinen Seen, in einer Höhe von 3100 bis 3300 *m*, in welchen trotz der großen Höhe das Baden bei Wahl der richtigen Tageszeit sehr angenehm war. Am 17. und 19. Juli maß ich dabei im Mittel folgende Temperaturen:

See Jaschilkul	3230 *m*	9 a.	4^{30} p.
	T =	14·5	21·0
		—	16·0 in 1 *m* Tiefe.

An der Oberfläche in sieben Stunden ein Temperaturanstieg von 7 bis 8°, während in 1 *m* Tiefe die Erwärmung gleichzeitig höchstens 1·5° betragen haben kann.

Messungen der Wärmeausstrahlung.

Die Messungen, die mit dem von K. Ångström konstruierten Aktinometer »Tulipa« ausgeführt wurden, erstrecken sich nur über die Zeit vom 28. Mai bis 20. Juni, da der Apparat später unbrauchbar wurde. Die 30 Einzelmessungen wurden in sehr verschiedener Höhenlage ausgeführt. Die Berechnung der Gegenstrahlung der Atmosphäre erfolgte in üblicher Weise mit Hilfe der Stefan-Boltzmann'schen Formel, indem nach letzterer der der Temperatur entsprechende Ausstrahlungswert berechnet und um den Betrag der tatsächlich gemessenen Ausstrahlung vermindert wurde. Als Temperatur des Strahlungskörpers (Apparates) wurde die Lufttemperatur eingesetzt, beziehungsweise das arithmetische Mittel der Temperaturnotierungen bei Beginn und nach Beendigung der Messung. Die Einzelmessungen wurden unter Berücksichtigung der verschiedenen Dauer der jeweiligen Exposition des Apparates zu Mitteln vereinigt, da es nicht angeht, das Ergebnis einer kurzen Expositionsdauer mit gleichem Gewichte in die Mittelwertbildung eingehen zu lassen als das Ergebnis einer längeren Expositionsdauer.

In der nachstehenden Übersicht der Messungsergebnisse in verschiedenen Höhen bedeutet Z die Zahl der Einzelbeobachtungen, t das Mittel aus den wie oben erwähnt gemessenen Temperaturen, A die Ausstrahlung in Grammkal. pro Minute, G die Gegenstrahlung der Atmosphäre in gleichem Maß. In den drei Gebieten, für die mehr als fünf Einzelmessungen vorliegen, sind die größten und kleinsten Werte von A und G unter entsprechender Signatur beigefügt.

Intensität der Wärmeausstrahlung und der atmosphärischen Gegenstrahlung.

Ort	Höhe *m*	*Z*	*t*	*A*	*G*	*A* max.	*A* min.	*G* max.	*G* min.
Mittelbuchara	700	6	25·0	0·13	0·46	0·16	0·07	0·53	0·43
Becken von Scharschaus..	800	11	20·5	0·12	0·43	0·19	0·08	0·47	0·40
Kemkutan	1320	1	17·1	0·21	0·33	—	—	—	—
Sangardak	1400	3	19·5	0·17	0·38	—	—	—	—
Taschkurgan	1960	2	10·5	0·23	0·27	—	—	—	—
Lager Surgurluk	2900	7	6·2	(0·15)	0·32	0·35	0·08	0·40	0·14

Bis 2000 *m* hinauf ist die Zunahme der Ausstrahlung, die Abnahme der Gegenstrahlung mit wachsender Höhe klar ausgedrückt. Gänzlich aus der Reihe fällt nur der Mittelwert für die Höhe von 2900 *m*. Die extremen Werte von A und G in dieser Höhe zeigen zwar, daß in dieser Höhe tatsächlich die höchsten Werte der Ausstrahlung und die niedrigsten der Gegenstrahlung beobachtet wurden. Aber

nur drei von den sieben Einzelwerten entsprechen der gesetzmäßigen Abhängigkeit von der Höhe, während vier Einzelmessungen viel zu niedrige Werte ergaben, ohne daß ein Grund dafür angegeben werden könnte. Die Nächte waren ganz klar, die Messungen durch Bewölkung nicht gestört.

Rundet man die Höhenzahlen ab, vereinigt man die in zusammengehörigen Höhen gemessenen Mittel und bildet man für Sugurluk zwei Mittelpaare, den drei großen und vier niedrigen Einzelwerten der Ausstrahlung entsprechend, so erhält man:

Höhe	*A*	*G*	*G* (nach Emden, berechnet für 10°)
1000 *m*	0·171	0·400	0·37
2000 *m*	0·230	0·270	0·28
3000 *m*	0·297	0·167	0·19
	0·118	0·345	

Berücksichtigt man für die Höhe von 3000 *m* nur das Mittel aus den drei maximalen Werten, so ergibt sich zwischen 1000 und 3000 *m* eine Abnahme der atmosphärischen Gegenstrahlung, die mit der von Emden[1] für eine Temperatur von 10° berechneten Abnahme der Gegenstrahlung mit der Höhe gut übereinstimmt.

Die Ausstrahlung nimmt von 1000 bis 2000 *m* um 34 %, zwischen 2000 bis 3000 *m* bei Beschränkung auf die maximalen Werte in 3000 *m* um 29 % zu. Der hohe Betrag der Gegenstrahlung in 1000 *m* in einem so trockenen dampfarmen Klimagebiet, übereinstimmend mit Werten,[2] die in Neapel, Wien, Zürich, also in viel geringerer Höhe, gemessen wurden, überrascht. Aber er steht in Übereinstimmung mit den Werten, die A. Ångström in Nordamerika, in einer Höhe von 1160 *m*, bei ähnlichen Temperaturen gemessen hat.

Nicht unerwähnt will ich lassen, daß die außerordentlich großen Werte der Ausstrahlung im Lager Sugurluk (0·24, 0·30 und 0·36 Gr. Kal.) sich auf die Zeit um Sonnenauf- und -untergang beziehen. Auf eine ähnliche Beobachtung weist F. Exner bei Bearbeitung der auf dem Sonnblick 3106 *m* ausgeführten Messungen hin.[3] Ganz im Gegensatz hierzu ergeben sich in der mittelbucharischen Niederung bei Sonnenauf- und -untergang besonders kleine Werte der Ausstrahlung — ein Gegensatz zwischen Höhe und Niederung, der sehr bemerkenswert wäre, wenn man ihn durch so wenige Messungen als erwiesen betrachten dürfte.

Durchschnittlich findet man in 2000 *m* Höhe bereits eine stärkere Ausstrahlung als in den Alpen in 3106 *m*. Da sie in der Niederung den in Mitteleuropa beobachteten Werten entspricht, kann man daraus auf eine besonders rasche Zunahme der Ausstrahlung mit der Höhe in Turkestan schließen, eine bei der Trockenheit des Klimas nicht unerwartete Erscheinung. Unter solchen Umständen ist es gewiß bedauerlich, daß ein unglücklicher Zufall (Absturz eines Lastpferdes) die Fortsetzung der Messungen auf der Hochfläche von Tuptschek verhindert hat. Das subjektive Empfinden allein weist auf eine außerordentlich gesteigerte Wirkung der Strahlungsfaktoren in den Hochsteppengebieten hin.

Stankewitsch[4] hat im Jahre 1900 auf der Hochsteppe (Höhe 4400 *m*) die mittägige Einstrahlung zu 2·02 Gr. Kal. bestimmt, ein im Vergleich mit Sonnblick (1·58 Gr. Kal.) sehr hoher Wert. Der verstärkten Einstrahlung steht aber eine in noch stärkerem Ausmaß vergrößerte Austrahlung gegenüber. Beide Faktoren üben ihre Wirkung zunächst auf die Bodenoberfläche, während die intensive Beeinflussung der Lufttemperatur auf der Hochsteppe durch die große Ausdehnung der Heiz- beziehungsweise Ausstrahlungsfläche bedingt ist.

---

[1] Emden, Über Strahlungsgleichgewicht und atmosphärische Strahlung. Münchner Berichte 1913, Febr. 1913 (zitiert in Hann, Meteorologie, III. Aufl., p. 44.)

[2] Nach der Übersicht in Hann, Meteorologie, p. 43.

[3] F. M. Exner, Messungen der Sonnenstrahlung und der nächtlichen Ausstrahlung auf dem Sonnblick. Met. Z. 1903, p. 409 ff.

[4] Zitiert bei Hann, Hdbch. d. Klimat., 3. Aufl., Bd. I, p. 204.

Die Glashauswirkung der Atmosphäre ist auf diesen Hochsteppen in außerordentlichem Grad vermindert, eine Folge der Höhenlage und der extremen Trockenheit. Letztere drückt sich allerdings nur in geringer relativer Feuchtigkeit, geringer Bewölkung und fast völligem Mangel an Niedesschlägen aus. Der absolute Dampfgehalt ist der hohen Sommertemperatur wegen nicht so gering. Im Jahresmittel ist zum Beispiel die spezifische Feuchtigkeit in Pamirski Post gleich groß wie auf dem Sonnblick (3·0 *g*), im Sommer größer, im Winter kleiner als auf dem Sonnblick. Aber so wie die Temperatur, ist auch die Feuchtigkeit auf der Hochsteppe lokal stark beeinflußt, und zwar vermutlich nur in seichten Schichten, so daß ein Vergleich zwischen Hochsteppe und einem alpinen Hochgipfel leicht zu falschen Schlüssen Veranlassung geben könnte.

6. Temperaturextreme.

Ich habe die mittleren Temperaturextreme einiger Stationen neu berechnet und bin gegenüber früheren Ausführungen zu ergänzenden Bemerkungen gezwungen, die sich im allgemeinen nur auf das Gebirge beziehen. Leider konnten die mittleren Minima für Khorog und Irkeschtam nicht berechnet werden.

Tabelle 3.

	Jänner	Feb.	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Sept.	Oktob.	Nov.	Dez.	Jahr
a) Mittlere Temperaturmaxima.													
Petro Alexandrowsk	7·9*	16·1	23·5	31·2	37·1	39·8	**40·3**	39·0	36·3	27·4	20·3	12·1	41·0
Taschkent	13·0*	18·2	23·8	29·2	34·4	37·3	**38·9**	37·0	34·4	28·6	23·4	16·7	39·2
Margelan	7·8*	12·5	20·9	28·5	33·9	36·7	**38·2**	36·4	33·6	26·9	18·4	11·5	38·3
Osch	8·5*	12·5	19·0	26·6	29·9	32·5	**35·7**	33·6	30·3	25·7	17·3	10·6	36·0
Khorog	3·6*	4·0	12·2	19·2	25·1	29·2	**31·5**	30·7	29·4	22·4	14·4	5·0	32·3
Irkeschtam	0·8*	0·3	8·6	13·1	17·8	21·3	**23·3**	22·9	20·1	13·1	5·0	0·4	23·8
Pamirski Post	− 2·8*	− 0·1	7·9	13·5	17·8	21·1	**24·4**	**24·6**	19·4	14·4	5·7	− 0·5	25·6
b) Mittlere Temperaturminima.													
Petro Alexandrowsk	−18·3*	−17·6	− 9·2	2·0	9·8	15·0	**19·4**	16·0	6·0	− 4·1	−11·3	−12·7	−20·3
Taschkent	−20·3*	−14·2	− 6·5	− 0·2	6·1	10·3	**12·9**	9·9	4·5	− 2·6	− 8·3	−12·2	−20·8
Margelan	−18·0*	−13·1	− 4·4	1·8	7·6	11·6	**12·9**	11·4	6·0	− 0·8	− 7·0	− 9·2	−18·9
Pamirski Post	−39·1*	−35·6	−26·8	−16·9	− 9·9	− 3·7	**0·0**	− 2·9	−10·1	−18·9	−27·1	−33·6	−40·8
Mittlere Monatsschwankung der Temperatur.													
Petro Alexandrowsk	26·2	**33·7**	**32·7**	29·2	27·2	24·8	20·9*	23·0	3·3	**31·5**	**31·6**	24·8*	61·3
Taschkent	**33·3**	**32·4**	30·3	29·4	28·3	27·0	26·0*	27·1	29·9	**31·2**	**31·7**	28·9*	60·0
Margelan	25·8	25·6	25·3	26·7	26·3	25·1	25·3	25·0*	**27·6**	**27·7**	25·4	20·7*	57·2
Pamirski Post	**36·3**	35·7	34·7	30·4	27·7	24·8	24·4*	27·5	29·5	33·3	32·8	33·1	66·4

Maxima der Temperatur.

Mit Berücksichtigung einiger nicht mitgeteilter Stationen (Chodschent, Dschisak, Samarkand) kann man feststellen, das Temperaturen über 40° in den Oasen der Gebirgsrandzone oberhalb 500 *m* nur außerordentlich selten vorkommen, während sie in den niedrigeren Gebieten, besonders in der Wüstensteppenzone alljährlich beobachtet werden, bis zu einer Breite von zirka 45° N. Das einzige

Gebiet der Gebirgsrandzone, dem stabile Stationen fehlen, ist Mittelbuchara, das wir von Mitte bis Ende Juni bereist haben. Trotz der bedeutend südlicheren Lage stehen die beobachteten Maxima, 34 bis 36°, ganz in Übereinstimmung mit der westlichen und nördlichen Randzone. Die Maxima, die wir im Juli im Surchobtal in einer Höhe von 1500 bis 1600 *m* fanden, im Mittel 30°, stimmen gut mit dem Julimaximum in Khorog, 2105 *m*, überein, das zwar südlicher, aber höher liegt und mit Rücksicht auf seine Höhe im Sommer einer der wärmsten Örtlichkeiten ist. Im allgemeinen kann man schließen, daß die Verhältnisse im ganzen Gebirgsgebiet sehr gleichmäßig sind. Maxima über 40° kommen bis zirka 500 *m*, Maxima über 30° bis 2000 *m* regelmäßig vor.

Bei Betrachtung größerer Höhen müssen wir das Gebiet der Hochsteppe vom Gebiet der Gebirgsketten trennen. Für letzteres deutet Irkeschtam an, daß Temperaturen über 20° normalerweise oberhalb zirka 3200 *m* nicht mehr vorkommen. Wo aber das Gebirge den Charakter einer Hochsteppe annimmt, hat man mit Höchsttemperaturen von 25° auch noch in einer Höhenlage von 3600 *m* regelmäßig zu rechnen, in Ausnahmsfällen mit Temperaturen von zirka 28 bis 29°, also mit Temperaturen, die in der gewiß genügend warmen Talregion nur bis zu Höhen von zirka 2500 *m* auftreten. Wie im Gebiet der Hochsteppe die zunehmende Höhe durch die Ausdehnung der Heizfläche kompensiert wird, hat ja bereits früher der Vergleich von Pamirski Post mit Tuptschek deutlich gezeigt.

Bezüglich der Höchsttemperaturen in den einzelnen Monaten muß auf die auffallend hohen Maxima in Taschkent (ähnlich in Samarkand) gerade in den kältesten Monaten hingewiesen werden. Trotz gleicher Höhenlage sind die durchschnittlichen Maxima in Margelan (Ferghana) viel niedriger, während in Ferghana selbst die Höhe von 1000 *m* (Osch) gleich hohe Maxima liefert als das um 500 *m* niedrigere Margelan. Es handelt sich hiebei um einen sehr allgemeinen Gegensatz zwischen den frei gelegenen Oasenorten des westlichen Gebirgsrandes und dem fast geschlossenen Talbecken von Ferghana.

Mittlere Temperaturmaxima.

Randzone; freie Lage	Dezember	Jänner	Talbecken; Ferghana	Dezember	Jänner
Taschkent 478 *m*	16·7	13·0	Margelan 576 *m*	11·5	7·8
Samarkand 719 *m*	17·7	13·2	Namangan 483 *m*	11·7	7·3

Die hohen Temperaturen in der Gebirgsrandzone bei freier Lage sind auf die im Winter häufige Föhnwirkung zurückzuführen, die später auch durch Registrierungen aus Samarkand belegt wird. In dem fast geschlossenen, dem Stagnieren kalter Luft sehr günstigen Talbecken von Ferghana kommt es nicht zum Abfließen der kalten Luftmassen im Tal, der Föhn bricht hier nicht durch, wie in den frei gelegenen Oasen der Randzone und wie in den höheren Lagen Ferghanas (Osch) selbst. Die Ähnlichkeit mit den Verhältnissen in den alpinen Föhngebieten drängt sich von selbst auf, wobei hier am Rande der turkestanischen Gebirge die typischen Erscheinungen eher deutlicher auftreten als im Vorlande der Alpen.

Minima der Temperatur.

Was den Betrag der Temperaturminima betrifft, sind folgende Gesichtspunkte geltend zu machen: Das Vorwiegen nördlicher Winde in den untersten Schichten, zumal im Winter, weist auf die Invasion kalter Luft aus höheren Breiten hin, die dann an Ort und Stelle durch Ausstrahlung noch weiter erkaltet. Das Fehlen einer Gebirgskette im Norden, gegen Westsibirien und Nordrußland, begünstigt das Eindringen kalter Luft ungemein, woraus sich die in Anbetracht der niedrigen Breite außerordentlich tiefen mittleren Temperaturminima erklären (mittlere Minima von — 20° in der Breite von Rom). Auf der Hochsteppe spielt die Invasion kalter Luft von Norden her keine Rolle mehr; die

Temperaturminima repräsentieren hier völlig den lokalen Ausstrahlungseffekt. Da die Ausstrahlung mit der Höhe rasch zunimmt, die Luft über der Hochsteppe im Winter fast ganz trocken ist und die Randgebirge der weiten Hochsteppenbecken die erkaltete Luft am Abfluß in die Tiefe hindern, resultieren für die Hochsteppe Temperaturminima (im Winter), die sowohl mit Rücksicht auf die Höhenlage, wie auch im Vergleich mit der Niedersteppe oder mit großen alpinen Höhen als sehr niedrig bezeichnet werden müssen. Auf dem Sonnblick, 500 *m* niedriger, aber um 8° nördlicher gelegen als Pamirski Post, findet man ein um 9° höheres Jahresminimum (— 30·6° gegen — 39·1°). Andrerseits ist das Juliminimum auf der Hochsteppe (0·0°), obwohl niedrig im Verhältnis zur Höchsttemperatur des Juli, sehr hoch im Vergleich zum Sonnblick (— 7·5°). Nicht das ist erstaunlich, daß im Hochsommer der Hochsteppe die Temperatur bis auf den Gefrierpunkt sinkt; erstaunlich sind vielmehr nur die Beträge, bis zu welchen sich im Hochsteppenklima die Temperatur mittags zu erheben vermag.

Bemerkenswert im Vergleich zur niedrigen Steppe sind die relativ sehr niedrigen Temperaturen, die in der Gebirgsrandzone in den wärmsten Monaten eintreten können. Die mittleren Minima sind in Taschkent und Margelan im Sommer um 5 bis 7° niedriger als in Petro Alexandrowsk. Da die Erscheinung wirklich auf den Gebirgsrand beschränkt ist, kann an Kälteeinbrüche u. dgl. nich gedacht werden. Wahrscheinlich handelt es sich um Einflüsse, die von dem nahen Gegirge selbst ausgehen, wobei in erster Linie an die Wirkung von Gewittern gedacht werden muß, die in der Randzone (14 bis 16 Gewittertage im Jahr) viel häufiger sind als in der Steppe (6 bis 7 Gewittertage).

Mittlere Monatsschwankung der Temperatur.

Nach dem Vorstehenden ist es begreiflich, daß die absolute Jahresschwankung der Temperatur auf der Hochsteppe am größten ist, sogar größer als in der Niedersteppe, wo zu den lokalen Strahlungsfaktoren noch der Einfluß von Kältewellen, wenigstens im Winter, kommt. Was die Gesamtschwankung der Temperatur in den einzelnen Monaten anbelangt, so zeigt sich überall, mehr oder weniger deutlich, ein jährlicher Gang, der am einfachsten auf der Hochsteppe sich darstellt, wo die größte Schwankung im Jänner, die kleinste im Juli sich zeigt, ähnlich wie wir es für die Tageschwankung gefunden haben. Wie stark auf der Hochsteppe gegenüber der Niederung die Strahlungseinflüsse überwiegen, erkennt man daran, daß in Pamirski Post im Jänner die Monatsschwankung nur etwas mehr als doppelt so groß, in Taschkent hingegen fast viermal so groß ist als die Tagesschwankung.

Die großen Monatsschwankungen in Taschkent im Winter und Sommer erklären sich durch Föhn- und Gewitterwirkung. Der Gegensatz zu Margelan ist besonders im Winter groß und ein Beweis, wie geschützt gerade das Talbecken von Ferghana ist. In Margelan verschwindet der jährliche Gang im Betrage der Monatsschwankung fast vollständig.

Erwähnenswert ist höchstens noch der Umstand, daß trotz der durchschnittlich größeren Monatsschwankung auf der Hochsteppe gerade in den wärmsten Monaten sich kleinere Werte als in der Gebirgsrandzone ergeben, was früher bereits für die Tagesschwankung nachgewiesen wurde. Die Differenz Monatsschwankung — Tagesschwankung beträgt aber im Juli sowohl auf der Hochsteppe als in der Niederung nur 10°, ein Zeichen, daß im Sommer auch in der Niederung von außen kommende Einwirkung auf den Witterungsablauf in nennenswertem Betrage nicht stattfindet.

7. Veränderlichkeit der Monatsmittel.

Obwohl das untersuchte Gebiet seiner Breitenlage nach mit Italien übereinstimmt — Taschkent liegt ungefähr in der Breite von Rom, Pamirski Post in der Breite von Palermo —, ist die Veränderlichkeit der Temperaturmonatsmittel trotzdem eine sehr große. Ich habe die mittlere Anomalie der Monatsmittel aus den Beobachtungen 1894—1903 berechnet. Da dieser Zeitraum zur Ableitung dieser Größe an sich viel zu kurz ist, habe ich außerdem die mittlere Anomalie für Taschkent aus 28, mir derzeit zur Verfügung stehenden Jahrgängen berechnet und das Resultat in die Übersicht aufgenommen. Die Zahlen für Taschkent werden durch die Verwendung einer fast dreimal längeren Periode nicht wesentlich verändert, so daß man auch die aus nur zehnjährigen Beobachtungen abgeleiteten Werte zu einem Vergleiche der Stationen miteinander immerhin verwenden kann. Die Werte aus der längeren Reihe von Taschkent ermöglichen den Vergleich mit anderen Klimagebieten.

Tabelle 4.

Mittlere Veränderlichkeit der Monatsmittel der Temperatur.

	Jänner	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember	Jahr
Taschkent (28 Jahre)	3·08	2·14	2·71	1·11	0·94	1·18	0·50	0·67	0·57	1·57	1·34	1.66	0·55
» (10 Jahre)	2·70	2·76	2·07	1·27	1·13	1·01	0·60	0·73	0·73	1·50	1·77	1·43	0·55
Osch	2·23	1·44	2·77	1·23	0·87	1·18	0·89	0·63	0·70	0·92	1·12	0·94	0·49
Irkeschtam	1·57	1·25	1·63	1·46	0·96	1·13	1·23	0·98	1·21	1·02	1·45	1·27	0·84
Pamirski Post	3·44	3·00	2·08	1·06	1·03	1·07	1·33	0·99	1·37	1·64	2·05	2·65	0·55

Die Veränderlichkeit der Monatsmittel ist in jeder Höhenlage am größten im Winter, am kleinsten im Sommer. Sie nimmt im Winter — von der Hochsteppe abgesehen — mit der Höhe ab, im Sommer hingegen mit der Höhe zu. Was den Betrag der Veränderlichkeit anbelangt, so stellt Taschkent einen gewissen Mischtypus dar. Die großen winterlichen Werte weisen trotz der niedrigen Breite auf den durch kein querlaufendes Gebirge verhinderten Zusammenhang mit Westsibirien und Rußland hin, während die sommerlichen Werte sogar niedriger sind als in Süditalien oder den Inseln der Adria. In manchen Wintern erscheint die turkestanische Niederung direkt als Ausläufer des sibirischen Kältegebietes.

Ich hoffe, bei anderer Gelegenheit den Beweis erbringen zu können, daß in kalten, turkestanischen Wintern die Invasion kalter Luft aus nördlichen Gebieten gewöhnlich nur in seichten Schichten vor sich geht, in welche höher gelegene Stationen nicht mehr einbezogen werden. Andrerseits nimmt in zu warmen Wintern der Temperaturüberschuß mit der Höhe ab.[1] Beide Erscheinungen bedingen die Abnahme der Veränderlichkeit mit der Höhe, die in den Winterwerten für Osch und Irkeschtam schön zum Ausdruck kommt.

In Osch entspricht dabei der Betrag der mittleren Anomalie ungefähr den Nordalpen, in Irkeschtam den Südalpen; der Unterschied ist aber nicht nur auf die größere Höhe Irkeschtams, sondern auch darauf zurückzuführen, daß Irkeschtam bereits auf der chinesischen Abdachung des Gebirges liegt, gegenüber jener Himmelsrichtung also, aus der alle großen Störungen erwartet werden müssen, durch das Gebirge geschützt ist.

[1] Instruktiv ist zum Beispiel der zu kalte Jänner 1900 und der zu warme Jänner 1896. Es wird die Abweichung Δ der betreffenden Monatswerte vom Durchschnittswert für einige Stationen mitgeteilt:

Station	Höhe	Januar 1900 Δ	Januar 1896 Δ
Kasalinsk	63	— 12·7	+ 4·0
Petro Alexandrowsk	85	— 9·0	+ 6·5
Taschkent	478	— 6·5	+ 6·8
Samarkand	719	— 4·1	+ 6·1
Osch	1023	— 3·9	+ 5·9
Khorog	2105	— 1·0	—
Irkeschtam	2850	— 1·0	+ 3·0
Pamirski Post	3640	— 3·0	+ 4·0

Wir haben bisher noch nicht eine einzige, auf die Temperatur sich beziehende Größe gefunden, die auf der Hochsteppe mit den für die übrigen Gebirgsgebiete gültigen Werten übereinstimmen würde. Auch die Anomalie der Monatsmittel macht keine Ausnahme. Statt einer weiteren Abnahme dieser Größe ergibt sich auf der Hochsteppe eine rapide Zunahme der Veränderlichkeit. Fast in allen Monaten ist sie größer als in Taschkent, aber bezüglich des jährlichen Ganges mit der Niederung übereinstimmend. Die mittlere Anomalie des Jänners ist in Taschkent und in Pamirski Post zirka viermal so groß als die des Juli, während in Irkeschtam diese Differenz sehr klein ist.

Die im Vergleiche mit Irkeschtam ganz außerordentlich große Veränderlichkeit der winterlichen Monatsmittel der Hochsteppe ist nicht leicht zu deuten. Intensive Störungen des normalen Temperaturverlaufes von außen her müßten sich in Irkeschtam in gleicher Weise bemerkbar machen wie in Pamirski Post, da die Entfernung zwischen beiden Stationen gering und die Höhendifferenz nicht bedeutend ist. Die Erklärung liegt vielmehr darin, daß in Gebieten starker, durch Ausstrahlung bedingter Winterkälte die Anomalie der Monatsmittel stets sehr groß ist, wie Sibirien und Rußland zur Genüge beweisen. Eine Untersuchung, ob extrem warme Wintermonate auf der Hochsteppe von übernormaler, extrem kalte Monate von unternormaler Bewölkung begleitet sind, ist resultatlos geblieben.

Zur besseren Übersicht über die mittlere Anomalie der Monatsmittel in verschiedenen Höhen füge ich noch die jahreszeitlichen Mittel bei:

Ort	Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Monat im Jahresdurchschnitt
Taschkent 28 Jahre	2·29	1·59	0·78	1·16	1·45
» 10 Jahre	2·30	1·49	0·78	1·33	1·47
Osch	1·54	1·62	0·90	0·91	1·24
Irkeschtam	1·36	1·45	1·11	1·23	1·29
Pamirski Post	3·03	1·59	1·13	1·69	1·81

Als charakteristisch für Turkestan kann man bezeichnen: Die großen winterlichen Werte der Niederung und Hochsteppe; die rasche Abnahme der Veränderlichkeit mit der Höhe im Winter; den außerordentlich großen Unterschied im Winter zwischen der von Gebirgen umschlossenen Hochsteppe und freier Gebirgslage; im ganzen ein Gebiet, in dem trotz der niedrigen Breite die Wintertemperatur von Jahr zu Jahr außerordentlichen Schwankungen unterworfen ist, während die Sommertemperatur von Jahr zu Jahr in auffällig geringem Grade variiert.

Für vergleichende Betrachtungen nicht brauchbar, aber für die Veränderlicheit der Monatsmittel sehr bezeichnend ist eine Übersicht, in der die extremen Monatsmittel verzeichnet sind. Wir beschränken die Betrachtung auf Taschkent und Pamirski Post, auf Winter- und Sommermonate.

Extreme Monatsmittel der Temperatur.

	Dezember	Jänner	Februar	Juni	Juli	August
Taschkent niedrigstes Mittel	— 0·7	— 6·5	— 7·6	22·9	25·4	23·3
(28 Jahre) höchstes Mittel	5·5	5·2	6·2	27·8	29·3	26·9
Δ	6·2	11·7	13·8	4·9	3·9	3·6
Pamirski Post niedrigstes Mittel	— 21·7	— 26·7	— 22·0	6·6	10·6	11·3
(14 Jahre) höchstes Mittel	— 12·2	— 12·7	— 10·4	12·0	16·4	16·2
Δ	9·5	14·0	11·6	5·4	5·8	4·9

Da der Betrag von Δ mit zunehmender Zahl von Beobachtungsjahren natürlich wächst, können die Zahlen, die sich nicht auf eine gleich lange und gleichzeitige Periode beziehen, nicht miteinander verglichen werden. Aber sie zeigen, innerhalb welcher Grenzen die Monatsmittel sich ungefähr bewegen. In Taschkent kann der Februar so kalt sein wie in den Nordalpen in einer Höhe von 2000 *m*, er kann aber auch wärmer sein als in der Poebene am Südfuß der Alpen, während die Hochsteppe ihren Temperaturverhältnissen nach am besten mit Tomsk in Westsibirien, um 18° nördlicher und um 3500 *m* tiefer gelegen, verglichen werden kann. Im Gegensatz zu Hochgebirgsgipfeln stellt die Hochsteppe eine äußerst kontinentale Modifikation des Hochgebirgsklimas dar.

Die Frage, ob zu kalten Monaten in der Niederung auch unternormale Temperaturen auf der Hochsteppe entsprechen, zu warmen Monaten aber übernormale, kann dahin beantwortet werden, daß ein solcher Zusammenhang im allgemeinen tatsächlich besteht.

Untersucht man zum Beispiel die Abweichung der Monatsmittel für die 30 Wintermonate der Periode 1894—1903, von Pamirski Post ausgehend, gesondert für zu kalte und zu warme Monate, so findet man nur in 9 Fällen in der Niederung eine der Hochsteppe entgegengesetze Abweichung. Diese Ausnahmen treten überdies fast nur dann auf, wenn das Monatsmittel in Pamirski Post nur unerheblich vom Durchschnittswert abweicht. Einer Abweichung in Pamirski Post um durchschnittlich ∓ 3·0° entspricht in Taschkent eine mittlere Abweichung von ∓ 1·4°. Gäbe es keine Ausnahme, wäre ein vollständiger Parallelismus zwischen Niederung und Hochsteppe vorhanden, so müßte die Abweichung in Taschkent ∓ 2·3° betragen.

Diesem günstigen Resultat kann jedoch eine allgemeine Geltung nicht beigemessen werden, da ein Vergleich zwischen Irkeschtam und Taschkent ein wesentlich ungünstigeres Bild liefert. Bei gleicher Gruppierung der Abweichungen wie oben entspricht einer mittleren Abweichung von ∓ 1·4° in Irkeschtam eine mittlere Abweichung von ∓ 1·0° in Taschkent, ein Resultat, daß deshalb besonders ungünstig ist, weil bereits die Hälfte der 30 benützten Monate für Taschkent eine Abweichung liefert die jener in Irkeschtam entgegengesetzt ist. Die größere Übereinstimmung zwischen Taschkent und Pamirski Post weist vielleicht darauf hin, daß die Wirkung der Strahlungsfaktoren auch auf die Anomalie der Monatsmittel in der Niederung und auf der Hochsteppe viel kräftiger sich äußert als im Gebirge bei freier Lage. Zur Untersuchung derartiger Fragen ist aber das zur Verfügung stehende Material bei weitem nicht ausreichend.

8. Veränderlichkeit der Tagestemperatur.

Wahlén hat in seiner umfangreichen Untersuchung über die »Tägliche Variation der Temperatur in Rußland« (Wild, Rep. d. Meteorol. Suppl. III) turkestanische Stationen nicht verwendet. Gelegentlich anderer Untersuchungen habe ich die mittlere Veränderlichkeit der Tagestemperatur für Taschkent und Pamirski Post aus den Jahrgängen 1897—1901 berechnet. Wieder ist die Zahl der Jahrgänge eine sehr geringe. Aber erstens gründet sich die Berechnung für beide Stationen auf die gleichen Jahrgänge, liefert also vergleichbare Werte und Unterschiede, die tatsächlich bestanden haben. Zweitens sind die fünf gewählten Jahre insoferne charakteristisch, als die für andere Stationen aus den gleichen Jahrgängen berechneten Mittelwerte mit jenen übereinstimmen, die Wahlén für die gleichen Stationen aus viel längeren Reihen abgeleitet hat. Bei der Wichtigkeit dieser Größe für das Klima eines Gebietes teile ich deshalb die von mir berechneten Werte trotz der geringen Zahl der zur Mittelbildung verwendeten Jahrgänge mit. Die Veränderlichkeit selbst wurde aus den Differenzen der Tagesmittel und nicht aus den Differenzen bestimmter Terminstunden abgeleitet.

Veränderlichkeit der Tagestemperatur.

	Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Jahr	Maximum	Monat	Minimum	Monat
Taschkent 478 *m*	2·53	2·63	1·71	2·26	2·28	3·13	März	1·53	Juli
Pamirski Post 3640 *m*	3·45	1·98	1·67	1·56	2·16	4·15	Jänner	1·34	September

Die niedrige Breite, in der Taschkent liegt, wird kompensiert durch die extrem kontinentale Lage und in noch weit höherem Grade durch die offene, durch kein Gebirge gehinderte Verbindung mit Westsibirien und Rußland.[1] Es wird deshalb in allen Jahreszeiten, besonders aber im Winter eine viel größere Temperaturveränderlichkeit beobachtet als in Italien, in gleicher Breite, wo im Winter eine Veränderlichkeit von 1—1·5°, im Sommer von 1° gefunden wird. Daß das Maximum der Veränderlichkeit in Taschkent im März eintritt und auch im April noch sehr groß ist, erklärt sich daraus, daß in diesen Monaten in der Niederung die meisten Niederschläge fallen. Aber auch im Sommer ist die Veränderlichkeit der Tagestemperatur — im Gegensatz zur Veränderlichkeit der Monatsmittel — in Taschkent verhältnismäßig sehr groß und stimmt mit den Werten für Mitteleuropa überein, obwohl in der Niederung Turkestans der Sommer regenlos ist und von Depressionen nur höchst selten heimgesucht wird. Diese Veränderlichkeit der Temperatur im Sommer steht mit dem subjektiven Empfinden nicht im Einklang. Bei längerem Aufenthalte in Turkestan — ich hatte als Kriegsgefangener nach unserer Expedition dazu unerwünschte Gelegenheit — überwiegt im Sommer der Eindruck, daß Tag für Tag die gleiche Temperatur herrscht, im Gegensatze zum Sommer Mitteleuropas. Gerade diese Monotonie der Wärme scheint dem unmittelbaren Empfinden als so charakteristisch für das Klima Turkestans, daß die berechnete Veränderlichkeit der Tagestemparatur wirklich überraschend wirkt.

Es scheint sich hier um eine Erscheinung zu handeln, die in ähnlicher Weise sich in den Gebieten extremer Winterkälte geltend macht. Hält sich selbst bei numerisch beträchtlichen Temperaturschwankungen die Temperatur nur innerhalb gewisser, physiologisch bedeutsamer Grenzen und sind die Schwankungen nicht mit Störungen der anderen, meteorologischen Elemente (Bewölkung, Niederschlag) verbunden, so entgehen viele Schwankungen unserer Aufmerksamkeit. Eine Erwärmung der Luft von — 40° auf — 35° beachtet man nicht, während eine Erwärmung von — 3° auf + 2° (im Tagesmittel) eine bedeutende, sinnenfällige Wirkung ausübt. In etwas abgeschwächtem Maße zeigt sich etwas ähnliches bei sehr hohen Durchschnittstemperaturen, besonders in Gebieten so geringer Bewölkung (Sommer) wie in Turkestan, wo unsere Temperaturempfindung in weit stärkerem Grade unter dem Einflusse direkter Strahlung steht wie in Mitteleuropa. Wenn die Mitteltemperatur im Sommer in 24 Stunden um 3° sinkt, ohne daß die Bewölkung zunimmt oder Niederschlag fällt, so beachten wir die Abkühlung kaum. In Mitteleuropa ist aber eine derartige Abkühlung im Sommer fast immer von Regen begleitet. Es sinkt nicht nur die Temperatur, sondern es wird auch die Strahlung abgehalten. Der numerisch mit Mitteleuropa übereinstimmenden Temperaturveränderlichkeit im Sommer Turkestans kommt deshalb eine viel geringere, klimatische Bedeutung zu.

Die in den Alpen gültige Regel, daß die Veränderlichkeit der Tagestemperatur mit der Höhe zunimmt, bestätigt sich bei dem Vergleich zwischen Taschkent und der Hochsteppe nicht. Im Jahresdurchschnitt ist die Veränderlichkeit in Pamirski Post kleiner als in Taschkent, trotz der im Winter bedeutend höheren Werte. Letztere stehen in Übereinstimmung mit der Tatsache, daß in Gebieten

[1] Daß dieser Umstand ausschlaggebend ist, wird bewiesen durch die sehr viel kleinere Veränderlichkeit der Tagestemperatur in dem ostturkestanischen Kaschgar, dessen Lage noch kontinentaler ist als jene Taschkents. Ostturkestan ist aber besonders in seinen westlichen Gebieten gegen Norden und Westen durch Gebirge abgeriegelt und dadurch gegen Kälteinvasionen viel besser geschützt. Jahresmittel der Veränderlichkeit in Kaschgar 1·48°, Winter 0·94, Frühling 1·96, während die entsprechenden Werte für Taschkent 2·28, 2·53 und 2·63 sind. Auf die geringe Veränderlichkeit der Tagestemperatur in Ostturkestan (Depression von Luktschun) hat Woeikof bereits hingewiesen. (Met. Z. 1900, p. 195 ff). Jahresmittel für Luktschun (2 Jahre) 1·54. Winter 1·31, Frühling 1·95, Sommer 1·63, Herbst 1·26, übereinstimmend mit Kaschgar, aber durchwegs kleiner als Taschkent; nur im Sommer ist die Differenz geringfügig, da im Sommer Kältewellen u. dgl. höchst selten sind, weshalb im Sommer der Schutz des Gebirges keine Bedeutung hat.

extremer Winterkälte die tägliche Variation der Temperatur ihre höchsten Werte erreicht. Auch in dieser Beziehung ist der Winter auf der Hochsteppe ganz sibirisch. Störungen des Temperaturganges, bedingt durch den Vorüberzug von Depressionen, spielen bei der Erzeugung der großen Veränderlichkeit auf der rings von Gebirgen umschlossenen, im Winter niederschlagslosen Hochsteppe, wohl keine große Rolle. Die über der Hochsteppe im Winter sicher äußerst intensive Temperaturumkehr begünstigt lokale Temperaturschwankungen in hohem Grade. Im Juni und Juli beobachtet man ein leichtes Anschwellen der Werte der Temperaturveränderlichkeit, im Juli sogar über den Wert in Taschkent hinaus, was mit der gerade in diesen Monaten häufigeren Niederschlagsbildung auf der sonst so niederschlagsarmen Hochsteppe zusammenhängen dürfte. Die im Sommer, besonders aber im Herbst sehr kleinen Werte der Veränderlichkeit auf der Hochsteppe entsprechen im übrigen den Erwartungen, die man sich über den Temperaturablauf in einem trotz seiner Höhenlage so abgeschlossenen und störenden Einflüssen entrückten Gebiete von vornherein bildet.

Es ist üblich, die Veränderlichkeit der Tagestemperatur auch in der Form darzustellen, daß man die mittlere Häufigkeit von Temperaturschwankungen bestimmter Größe berechnet. Es genügt, wenn man Mittelwerte der Häufigkeit für die Monate der kälteren und wärmeren Jahreshälfte mitteilt, wobei die Monate von April bis September als Sommer, von Oktober bis März als Winter gerechnet werden. Die Häufigkeitszahlen der nachstehenden Tabelle geben also an, an wie viel Tagen in einem Monat der betreffenden Jahreshälfte eine Temperaturänderung von der angegebenen Größe erwartet werden kann, wobei es sich immer um Änderung der Tagesmittel innerhalb 24 Stunden handelt.

Temperaturänderungen bestimmter Größe.

	2—4°	4—6°	6—8°	8—10°	10—12°	12—14°	14—16°	16—18°	18—20°
Taschkent									
Winter	8·07	4·83	1·67	0·47	0·20	0·10	0·07	—	—
Sommer	8·90	2·20	0·70	0·13	0·10	—	—	—	—
Pamirski Post									
Winter	8·60	3·30	1·57	0·90	0·30	0·13	0·07	0·07	0·07
Sommer	6·93	2·07	0·13	0·10	—	—	—	—	—

Interdiurne Veränderungen über 10° sind in beiden Stationen auf den Winter beschränkt und auf der Hochsteppe etwas häufiger als in der Niederung. Im Sommer hingegen sind größere Temperaturänderungen auf der Hochsteppe seltener als in der niedrigen Gebirgsrandzone.

In Taschkent kommen größere Temperaturänderungen in 24 Stunden vor als in Mitteleuropa, im Winter sowohl als im Sommer, trotz der um 8° niedrigeren Breite — ein Resultat, das für den Winter überraschend, für den Sommer aber geradezu erstaunlich ist, da im Sommer die Temperaturabnahme mit zunehmender Breite eine ungemein langsame ist und man nicht geneigt ist, eine Beeinflussung der Temperatur in einem so kontinentalen Gebiete durch die im Sommer kühle Luft über weit entfernten Meeren anzunehmen. In Ausnahmsfällen tritt eine derartige Beeinflussung aber doch ein. Es gibt Kältewellen, die auch im Sommer vom Eismeer bei Nowaja Semlja bis Westturkestan verfolgt werden können.[1] Die Tatsache, daß sie in der Breite von Süditalien noch starke Abkühlung

[1] In einer Untersuchung »Die Ausbreitung kalter Luft in Rußland und Nordasien« (Sitzber. Akad. d. Wiss. Bd. CXIX, IIa) sind solche Fälle mitgeteilt.

hervorrufen, ist wieder ein Beweis, daß für das Klima der Gebiete zwischen Kaspischem Meer und Tienschan der Mangel von Gebirgsketten im Norden von ausschlaggebender Bedeutung ist.

Auf die Frage, ob große Temperaturänderungen in der Gebirgsrandzone mit Temperaturänderungen auf der Hochsteppe in Beziehung gebracht werden können, kann im Rahmen der vorliegenden Untersuchung nicht eingegangen werden.

9. Die Temperaturabnahme mit der Höhe.

Die bisherigen Ausführungen lassen erwarten, daß die Temperaturabnahme mit der Höhe im Gebiete des Alai-Pamirsystems stellenweise erheblich von den alpinen Verhältnissen abweichen wird. In Kürze wurde auf einige Unterschiede in der mehrfach erwähnten früheren Untersuchung über die Meteorologie Westturkestans hingewiesen, aber in wenig kritischer Weise, so daß eine Neuberechnung und eine eingehende Diskussion unter Beiziehung der Expeditionsbeobachtungen um so notwendiger ist, als eine kritische Sichtung des gesamten Materials die Möglichkeit bietet, die mittleren Temperaturverhältnisse verschiedener Höhenstufen abzuleiten. Dabei ist in erster Linie die Aufgabe zu lösen, den Einfluß der exzeptionellen Lage, in der sich Pamirski Post befindet, festzustellen und diesen Einfluß auf den Temperaturgang in Hochsteppenhöhe zu eliminieren.

Tabelle 5.

Temperaturabnahme mit der Höhe; jährlicher Gang.

	ΔH	Jänner	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember	Jahr
Petro Alexandrowsk —Pamirski Post .	3555	0·37	**0·46**	0·35	0·39	0·44	**0·46**	0·41	0·36	0·34	0·33	0·31*	0·43	0·38
Petro Alexandrowsk —Taschkent	393	– 1·00*	– 0·84	– 0·61	0·09	**0·56**	0·45	0·29	0·34	0·19	– 0·13	– 0·71	– 0·96	– 0·18
Taschkent—Margelan	100	1·89	2·00	0·22	1·00	1·33*	0·55	0·33	– 0·66	1·00	0·11	0·99	**2·22**	0·21
Margelan—Osch ..	547	0·11*	0·20	0·42	0·47	0·62	**0·73**	0·64	0·56	0·44	0·27	0·24	0·20	0·40
Osch—Irkeschtam .	1827	0·35*	0·43	0·52	0·59	0·64	**0·68**	0·64	0·57	0·48	0·48	0·46	0·48	0·53
Irkeschtam—Pamirski Post	790	1·01	1·05	0·49	0·27	0·04	0·03	– 0·04	– 0·05*	0·15	0·32	0·55	**1·10**	0·41
Khorog—Pamirski Post	1535	0·70	0·67	0·55	0·55	0·56	0·52*	0·54	0·56	0·72	0·75	0·78	**0·90**	0·65

In der Tabelle sind die Temperaturgradienten pro 100 *m* zwischen verschiedenen Stationspaaren mitgeteilt. Betrag und jährlicher Gang der Gradienten in den Alpen, typisch für alle Kettengebirge mittlerer Breite, kann als bekannt vorausgesetzt werden. Es wird, der Reihenfolge in der Tabelle entsprechend, jedes Staationspaar gesondert besprochen.

Petro Alexandrowsk-Pamirski Post. Vergleich zwischen Nieder- und Hochsteppe. Bei sehr kleinem Jahreswert des Gradienten sehr geringe Unterschiede in den einzelnen Monaten. Ein jährlicher Gang ist nicht vorhanden, abweichend von den Gradienten zwischen Alpenkamm und vorgelagerten Ebenen. Der Unterschied gegenüber den Alpen ergibt sich daraus, daß hier zwar Gebiete sehr verschiedener Höhe, aber gleicher Oberflächenbeschaffenheit miteinander verglichen werden. Jährlicher

Gang der Temperatur und Jahresschwankung sind in beiden Gebieten so ähnlich, daß jahreszeitliche Unterschiede im Betrage der Temperaturgradienten nahezu nicht zur Geltung kommen. Über beiden Steppengebieten im Winter Temperaturumkehr, im Sommer intensive und der Ausdehnung des Steppengebietes wegen auf die Lufttemperatur sehr wirksame Erwärmung des Bodens. Der langsame Durchschnittsgradient ist charakteristisch für ein Gebiet sehr langsamer Massenerhebung, da bei dem Vergleich der beiden Steppenstationen die steile Erhebung des Gebirges aus der Ebene gewissermaßen übersprungen wird.[1]

Wenn wir nun das Intervall Petro Alexandrowsk—Pamirski Post nach Maßgabe der vorhandenen Stationen in Teilschichten gliedern und die Temperaturgradienten in diesen Teilschichten verfolgen, erhalten wir ein für den ersten Blick wenig übersichtliches Bild, aus dem sich aber die Eigenart einzelner Gebiete und die Sonderstellung der Hochsteppe gegenüber dem übrigen Gebirgsgebiete deutlich ergeben.

Petro Alexandrowsk-Taschkent. Vergleich zwischen Niedersteppe und Gebirgsrandzone. Im Jahresmittel negativer Gradient, da die im Winter sehr intensive Temperaturumkehr den Ausschlag gibt. Klimatische Begünstigung der Gebirgsrandzone, entsprechend der Begünstigung des südlichen Alpenrandes gegenüber der Po-Tiefebene. Im Sommer langsame Temperaturabnahme mit der Höhe, der äußerst langsamen Massenerhebung entsprechend. Das sprunghafte Anschwellen des positiven Gradienten vom April zum Maximalwert im Mai zeigt, um wie vieles rascher der Temperaturanstieg nach Beendigung der Regenzeit im Wüstensteppengebiet ist, gegenüber der niederschlagsreicheren Gebirgsrandzone.

Taschkent-Margelan. Übergang von der Gebirgsrandzone (freie Lage) in das Talbecken von Ferghana. Das geschlossene Becken von Ferghana im Winter sehr kalt, im Sommer sehr warm, beides im Vergleich zu freier Lage im Gebirgsrandgebiet. Im Winter deshalb übernormale Gradienten, im Sommer eine Art Temperaturumkehr mit negativen Gradienten. (In viel größerem Maßstabe wiederholen sich diese Anomalien beim Vergleich zwischen freier Gebirgslage und Hochsteppe.) Der jährliche Gang des Gradienten ist dem normalen Gange entgegengesetzt, worin sich der Einfluß einer so typischen Beckenlage auf den Temperaturgang ausspricht.[2]

Margelan-Osch. Vergleich zwischen Talsohle und einer Station im Gebiete stärkerer Massenerhebung. Rasches Wachsen des durchschnittlichen Gradienten, der jährliche Gang wird normal mit kleinsten Gradienten im Winter, größten Gradienten im Frühsommer.

Osch-Irkeschtam. Zone raschester Massenerhebung. Die Temperaturabnahme mit der Höhe erreicht die für Kettengebirge charakteristischen Beträge. Die Gradienten stimmen fast genau mit den von Hann für die Nordseite der Alpen ermittelten Werten überein, sowohl dem Betrage wie dem jährlichen Gang nach.[3] Die Temperaturabnahme ist am raschesten im Frühsommer, am langsamsten im Winter. Nehmen wir als untere Vergleichsstation Samarkand oder Pendschikent, die freier liegen als Osch, so erhält man bei gleichem Durchschnittswert im Winter etwas größere, im Sommer etwas kleinere Gradienten, ungefähr wie auf der Südseite der Alpen.

Irkeschtam-Pamirski-Post. Vergleich zwischen freier Gebirgslage und Hochsteppe. Bei langsamer, durchschnittlicher Temperaturabnahme vollständige Umkehrung des normalen jährlichen Ganges. Größte Gradienten im Winter zur Zeit stärkster Abkühlung auf der Hochsteppe (Temperatur-

[1] Daß der jährliche Gang der Temperaturgradienten auch in den Alpen fast verschwindet, wenn man Örtlichkeiten von identischer Oberflächenbeschaffenheit miteinander vergleicht — z. B.: Gipfel mit Gipfeln — hat Hann an vielen Beispielen gezeigt.

[2] In den Ostalpen ergibt sich ein ähnlich abnormer jährlicher Gang, wenn wir zum Beispiel im Drautal Marburg (240 *m*) mit Klagenfurt (440 *m*) vergleichen oder Salzburg mit Zell am See; er ergibt sich ganz allgemein dann, wenn ein durch winterliche Temperaturumkehr ausgezeichnetes Talbecken mit einer niedrigeren, aber frei gelegenen Station verglichen wird.

[3] Hann, Temperaturverhältnisse der österreichischen Alpenländer. Sitzber. Kais. Akad. d. Wiss., Bd. XLII, Wien, 1885.

umkehr über der Hochsteppe), während vom Mai-August die Temperaturabnahme mit der Höhe verschwindet — eine Folge der außerordentlichen Erwärmung der Luft über der Hochsteppe.

Khorog-Pamirski Post. Vergleich zwischen Talstation und Hochsteppe. Der sehr hohen Durchschnittstemperatur des Pändschtales (Amudarja) wegen rasche Temperaturabnahme mit der Höhe; jährlicher Gang dem normalen jedoch entgegengesetzt. Die an südalpine Verhältnisse erinnernde Vergrößerung des Gradienten ist durch die rasche Temperaturabnahme im Winter bedingt. (Vergleicht man Khorog statt mit der Hochsteppe mit Irkeschtam, so ergibt sich im Jahresdurchschnitt der außerordentlich rasche Gradient von 0·90°, bei normalem jährlichem Gang mit kleinen Gradienten im Winter, außerordentlich großen Gradienten im Hochsommer.)

Es ergibt sich somit für den betrachteten Gebirgskomplex das Resultat: Im Gebiete rascher Massenerhebung stimmt die Temperaturabnahme mit der Höhe dem Betrage und jährlichem Gange nach mit den Gradienten überein, die sich mit großer Übereinstimmung für alle Kettengebirge der Erde ergeben haben. Stärkste Abweichung von den normalen Verhältnissen ergibt sich jedoch, wenn die Hochsteppe in den Vergleich einbezogen wird; der jährliche Gang der Temperaturgradienten wird dann invers, mit abnorm rascher Temperaturabnahme im Winter, Verschwinden der Temperaturabnahme mit der Höhe im Sommer, letzteres bei Höhendifferenzen bis zu 800 *m*. Der typische »Steppencharakter« der Temperaturverhältnisse in Pamirski Post wird am besten durch die Gradienten zwischen Nieder- und Hochsteppe illustriert, das heißt durch den Mangel eines jährlichen Ganges im Betrage der berechneten Gradienten.

Die abnormen Verhältnisse auf der Hochsteppe zeigen sich besonders deutlich, wenn wir die tägliche Periode der Temperaturabnahme mit der Höhe betrachten. In der folgenden Tabelle sind wieder für charakteristische Stationspaare die Temperaturgradienten für die drei Beobachtungstermine gesondert berechnet.

Tabelle 6.

Temperaturabnahme mit der Höhe; tägliche Periode.

	Δ H		Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Jahr
Petro Alexandrowsk—Pamirski Post	3555	7 a.	**0·50**	0·38	0·36	0·33	0·39
		1 p.	0·32	0·38	**0·45**	0·33	0·37
		9 p.	0·44	**0·42**	0·41	0·33	0·40
Margelan—Pamirski Post	3064	7 a.	**0·65**	**0·50**	0·45	**0·44**	0·51
		1 p.	0·47	0·45	**0·49**	0·41	0·46
		9 p.	0·58	0·48	0·41	0·35	0·46
Margelan—Irkeschtam	2274	7 a.	0·38	0·53	0·63	0·43	0·49
		1 p.	**0·43**	**0·60**	**0·68**	**0·55**	0·57
		9 p.	0·31	0·48	0·50	0·32	0·40
Irkeschtam—Pamirski Post	790	7 a.	1·39	0·38	0·11	**0·46**	0·51
		1 p.	0·53	— 0·02	0·07	0·02	0·12
		9 p.	1·19	**0·46**	**0·13**	0·27	0·51
Khorog—Pamirski Post	1535	7 a.	**0·95**	0·59	0·43	**0·81**	0·69
		1 p.	0·54	0·41	0·53	0·62	0·52
		9 p.	0·77	**0·65**	**0·67**	0·61	0·63

Petro Alexandrowsk—Pamirski Post. Wie der jährliche, so fehlt auch ein ausgesprochener täglicher Gang. Die Faktoren, die den jährlichen Gang verwischen, üben einen analogen Einfluß auf den täglichen Gang. Wo Spuren eines solchen zu konstatieren sind (Winter und Sommer), ist er zum Teil dem normalen Gang in Gebirgsländern entgegengesetzt. Im Winter ist der Gradient mittags am kleinsten und nur im Sommer zeigt sich ein schwaches mittägliches Maximum. — Da der Temperaturgang in einem weiten Talbecken wie Ferghana jenem in der Steppe sehr ähnlich ist, ergibt sich das gleiche Resultat, wenn wir statt Petro Alexandrowsk die Station Margelan mit der Hochsteppe vergleichen. Nur der Betrag der Gradienten wächst, der tägliche Gang ändert sich nicht.

Margelan-Irkeschtam. Der Vergleich zwischen Ferghana und einer normalen, freigelegenen Gebirgsstation ergibt in allen Jahreszeiten den für Gebirgsländer normalen täglichen Gang mit raschester Temperaturabnahme in den wärmsten Tagesstunden.

Irkeschtam—Pamirski Post. Der tägliche Gang ist in allen Jahreszeiten dem normalen entgegengesetzt. Von den Wintermonaten abgesehen, ist die Hochsteppe mittags immer gleich warm oder wärmer als das um 800 *m* niedriger gelegene Hochtal, in dem Irkeschtam liegt, während sie im Winter morgens und abends auch unter Berücksichtigung des Höhenunterschiedes viel zu kalt ist. Im Sommer hingegen ist die Hochsteppe bereits morgens viel wärmer als das Hochtal, da zur Zeit der Morgenbeobachtung die Sonnenstrahlung bereits geraume Zeit auf den Boden der Hochsteppe eingewirkt hat. — Vergleicht man Khorog mit der Hochsteppe, so erhält man ebenfalls einen dem normalen entgegengesetzten Gang.

Was die Temperaturabnahme mit der Höhe anbelangt, ergeben also nur wenige Stationspaare normale Verhältnisse, während die Mehrzahl der Stationen stärkste Abweichungen erkennen läßt. Aber bei Betrachtung des ganzen Gebirgskomplexes ist diesen Abweichungen nur geringes Gewicht beizulegen; sie beweisen nichts anderes als das ganz abnorme Verhalten einer Hochsteppe gegenüber freier Gebirgslage. Wo die Hochsteppe außer Betracht bleiben kann — und das ist der weitaus größere Teil des gesamten Gebirgsareales — finden wir durchwegs Verhältnisse, die den für andere Gebirge gefundenen Regeln entsprechen. Im Gebiete rascher Massenerhebung ergibt sich normale Temperaturabnahme mit der Höhe, mit maximalen Gradienten im Frühsommer und während der wärmsten Tagesstunden. Dieser normale Gang wird gefunden zwischen Gebirgsrandzone und Hochtal, wie er auch im Gehänge der großen Gebirgstäler angenommen werden muß und später nachgewiesen wird. Er gilt für den Abfall der Hochsteppenrandgebirge in die Gebirgstäler und zur Randzone, er gilt, wie bewiesen werden wird, im Gebiete der Hochsteppe selbst zwischen dieser und den höheren Gebirgsketten — kurz gesagt, normale Verhältnisse sind vorherrschend und nur durch den zufälligen Umstand verschleiert, daß für die Hochregion unseres Gebirgssystems gewöhnlich Pamirski Post und nicht Irkeschtam als repräsentative Station betrachtet wird. Es ergibt sich der Schluß, daß Betrachtungen über den Temperaturgang für Höhenzonen sowohl unterhalb als oberhalb Hochsteppenhöhe von den Beobachtungen in Irkeschtam ausgehen müssen, nicht aber von jenen in Pamirski Post. Nur auf Grund der Beobachtungen in Irkeschtam kann zum Beispiel berechnet werden, welche Temperaturen in der Höhe der Firnlinie, des höchsten Baumwuchses etz. herrschen.

Da die Hochsteppe im Verhältnis zu ihrer Höhe im Winter viel zu kalt, im Sommer viel zu warm ist, muß man über der Hochsteppe im Winter Temperaturumkehr, im Sommer hingegen äußerst rasche Temperaturabnahme mit der Höhe annehmen. Diese Frage wird später auf Grund der Temperaturmittel von Irkeschtam eingehend untersucht. Mit welchen Temperaturgradienten dabei gerechnet werden muß, darüber orientieren am besten unsere Reisebeobachtungen.

Eigene Beobachtungen.

Da in unseren Standquartieren ständig ein durch das Aspirationsthermometer kontrollierter Thermograph in Tätigkeit war, während ich bei Gipfelersteigungen in verschiedenen Höhen ebenfalls mit

dem aspirierten Thermometer arbeitete und durch zahlreiche Siedepunktsbestimmungen die Höhenunterschiede verläßlich berechnen konnte, konnte ich in der Zeit von Anfang Juni bis Ende August 112 Temperaturgradienten berechnen. Ist der klimatologische Wert dieser kurzen Beobachtungsserie auch ein geringer im Vergleich mit Berechnungen aus langjährigen Stationsbeobachtungen, so ist dafür der meteorologische Wert um so größer, da die Gradienten sich wirklich auf freie Lage der oberen Messungsorte bei geringer horizontaler und großer vertikaler Entfernung beziehen. Diese Gradienten geben gerade das, was die längsten Reihen des Stationsnetzes nicht geben: Werte der Temperaturabnahme mit der Höhe, die zwischen Tal einerseits, Gehänge und Gipfel andrerseits tatsächlich erreicht werden. Ferner liefern die über der Hochfläche von Tuptschek festgestellten Gradienten einen Hinweis, welche Beträge des Temperaturgradienten über der großen Hochsteppe im Sommer zu erwarten sind.

Serie I. Messungen auf Gipfeln und Pässen der westlichen Hissarischen Kette, Höhe zwischen 2200 und 3900 *m*; mittlere Höhe 2900 *m*; Basis ist das weite Tal von Scharschaus, 629 *m* (ähnliche Lage wie Samarkand); Höhendifferenz somit zirka 2300 *m*; Zeit 1.—15. Juni.

Temperaturgradient			
morgens	mittags	abends	Mittel
0·63	0·88	0·68	0·73

Bei freier Lage der oberen Station nähern sich die Mittagswerte dem adiabatischen Gradienten aufsteigender Luft sehr stark; bei einzelnen Messungen wird letzterer auch tatsächlich erreicht. Das Tagesmittel unterscheidet sich von dem mittleren Gradienten (Juni) zwischen Osch und Irkeschtam nur um 0·05°, ein Beweis für die freie, gut ventilierte Lage von Irkeschtam.

Serie II. Die Gradienten sind abgeleitet aus den Registrierungen im Surchobtal (Garm 1351 *m*, Kalai ljabi ob 1543 *m*, mittlere Höhe 1450 *m*) und Gehänge und Gipfeln der Kette Peters des Großen, deren Höhen zwischen 2700 und 4350 *m* lagen, bei einer mittleren Höhe der Messungspunkte von 3850 *m*; Höhendifferenz im Mittel 2400 *m*; Zeit 1.—15. Juli.

Temperaturgradient			
morgens	mittags	abends	Mittel
0·67	0·84	0·75	0·76

Obwohl diesem Vergleich nicht ein breites, flaches Talbecken der Gebirgsrandzone zur Basis dient, sondern ein hochgelegenes Längstal, ergeben sich ähnliche Gradienten wie im Juni. Sie sind aber bedeutend größer als die im Juli zwischen Osch und Irkeschtam gefundenen Gradienten, eine Folge der im Verhältnis zur Höhe sehr hohen Temperaturen im Surchobtal, das in mancher Beziehung bereits eine Annäherung an das obere Amudarjatal (Khorog) darstellt. Überadiabatische Gradienten treten nur nachmittags, ungefähr um 4 p. auf, an Tagen mit Neigung zu Gewitterbildung.

Überadiabatische Gradienten, die bei diesen Messungen gefunden wurden und eine tatsächlich bestehende, äußerst rasche Temperaturabnahme zwischen dem überwärmten Tal und den Gipfeln beweisen, sind hier — im Gegensatz zu den nur »klimatologisch« merkwürdigen, überadiabatischen Gradienten zwischen Irkeschtam und Hochsteppe im Winter — in meteorologischer Beziehung beachtenswert als Ausdruck tatsächlich bestehenden labilen Gleichgewichtes. Als Folge dieser häufigen labilen Schichtung der Luftmassen habe ich wiederholt auf turkestanischen Berggipfeln einen Vorgang beobachtet, den ich auf außerordentlich zahlreichen Wanderungen im alpinen Hochgebirge nie kennen gelernt habe. Aus Karmulden und Talkesseln entweichen unter Umständen größere Massen überwärmter Luft plötzlich nach oben, unter einem bald zischenden, bald pfeifenden, bald gurgelnden Geräusch, das einigermaßen an das Geräusch schwerkalibriger Geschosse erinnert, wie man letzteres im Ballon hört. Es handelt sich dabei offenbar um den stürmischen Ausgleich des vertikal gestörten Gleichgewichtes. Die zahlreichen lokalen Gewitter, die im Juli 1913 nachmittags an den Hängen des Surchobtales bald da, bald dort niedergingen, ohne sich zu verschieben, sind ebenfalls eine derartige Ausgleichserscheinung, freilich viel größeren Umfanges.

Serie III. Die Messungen dieser Serie beziehen sich auf die Temperaturabnahme zwischen dem Surchob-Muksutal (Ortschaften Damburadschi, Lachsch, Muk, Dewsiar, mittlere Höhe 2100 *m*) und der Hochfläche von Tuptschek 3150 *m*; Höhendifferenz 1050 *m*; 22. Juli bis 18. August.

Temperaturgradient

morgens	mittags	abends	Mittel
0·47	0·62	1·52	0·87

Sobald das Tal nicht mehr mit freien Höhen, sondern mit einem Gebiete von Hochsteppencharakter verglichen wird, ändert sich die Tagesperiode des Gradienten sofort. Die Temperaturabnahme ist morgens am langsamsten, weil auf der Hochfläche die Temperatur nach Sonnenaufgang rapid steigt; nach Einsetzen des Talwindes, dessen Einfluß auf den täglichen Gang der Temperatur bereits früher besprochen wurde, nimmt der Gradient zu und erreicht abends infolge der äußerst raschen und intensiven Abkühlung auf der Hochfläche nach Sonnenuntergang sein Maximum. Aber diesem überadiabetischen Gradienten in den Abendstunden kommt keine besondere Bedeutung für die Bewegung der Luftmassen zu, da der kalte Luftsee auf der Hochfläche ringsum durch Berge eingedämmt ist und die kalte Luft nur durch einige, in die Grenzwälle eingeschnittene Schluchten als Bergwind abfließen kann.

Der Unterschied zwischen den Gradienten der Serien II und III ist außerordentlich instruktiv, da er die ausschlaggebende Bedeutung der Geländebeschaffenheit selbst bei unmittelbarer Nachbarschaft der Vergleichsgebiete beweist. Bemerkenswert ist vor allem der größere durchschnittliche Gradient in Serie III, der darauf hinweist, daß die starke Erwärmung der Hochsteppe tagsüber durch die nächtliche Abkühlung überkompensiert wird; im Tagesmittel ist die Hochfläche aller Wahrscheinlichkeit nach eher kälter, sicher aber nicht wärmer als eine frei gelegene Gehänge- oder Gipfelstation gleicher Höhe. Auf die ausgedehnten Hochsteppen der Großen Pamire ist dieser Schluß aber nicht zu übertragen. Wie bereits früher auseinandergesetzt wurde, ist in Pamirski Post infolge großer Ausdehnung des Hochsteppengebietes trotz bedeutenderer Höhe die Erwärmung tagsüber beträchtlicher, die nächtliche Abkühlung hingegen geringer als auf der Tuptscheker Hochfläche.[1] Nur die ausgedehnten Hochsteppen liefern im Sommer höhere Temperaturmittel als Gipfel und Gehängestationen gleicher Höhe.

Tagsüber ist die Tuptscheker Hochfläche natürlich weitaus wärmer als freigelegene Örtlichkeiten gleicher Höhe. Am 17. August um 1 p. war zum Beispiel die Temperatur auf der Paßhöhe von Sirpalik (nördlich von Dewsiar im Muksutale) um 4·5° niedriger als im gleich hoch gelegenen Steppental Kulika unterhalb Tuptschek.

Serie IV. Die Gradienten dieser Serie betreffen die Temperaturabnahme zwischen der Tuptscheker Hochfläche und dem Gebirge unmittelbar südlich der Hochfläche. Bei dem unter Hochfläche-Gipfel verzeichneten Werte bezieht sich der Gradient auf 7 Messungspunkte in Gipfellage, die im Mittel um 1100 *m* höher sind als die Hochfläche. Die Gradienten Hochfläche—Hochtal sind abgeleitet aus Messungen im steil absinkendem Atschiktal; Messungsort 600 *m* über der Hochfläche; Juli und August.

Temperaturgradient

Hochfläche—Gipfel	Hochfläche—Hochtal			
9 a.—3 p.	morgens	mittags	abends	Mittel
1·02	0·94	1·23	0·08	0·75

Wie zu erwarten, ist die Temperaturabnahme oberhalb der Hochfläche tagsüber äußerst rasch und erreicht bald nach Sonnenaufgang den adiabatischen Wert. Bald nach

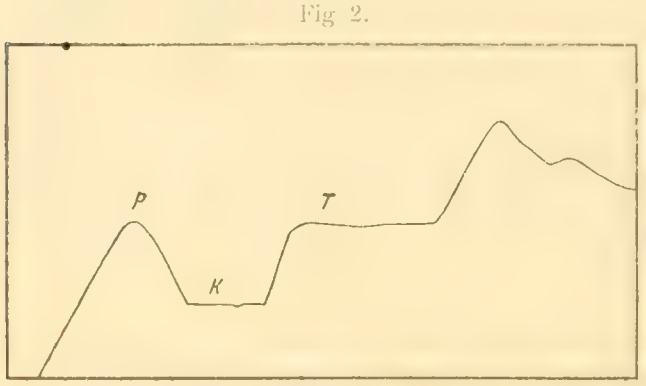
[1] Würde die Tuptscheker Hochfläche (siehe Profil auf pag. 12) im Norden nicht durch einen niedrigen Bergwall talwärts abgeriegelt sein, so würde abends die kalte Luft abfließen können, während der Temperaturgang tagsüber dadurch nicht beeinflußt würde. Tuptschek würde dann im Tagesmittel wärmer sein als eine benachbarte Station gleicher Höhe. Die durch Ausstrahlung in Tuptschek erzeugte, kalte Luft würde dann am Ort ihrer Entstehung den Temperaturgang nicht beeinflussen, wohl aber den Temperaturgang jenes Gebietes, in welches die kalte Luft abfließt. — Lassen wir die Hochfläche zusammenschrumpfen, so wird Tuptschek eine Gehängestation; dann geht tagsüber die erwärmte Luft in die Höhe und kommt höheren Schichten zugute, wodurch die Temperatur tagsüber in Tuptschek selbst niedriger ausfallen würde. Die ganze Überlegung beweist, daß die Wirkung von Heiz- und Abkühlungsflächen im Temperaturgang der Fläche selbst oft nur in sehr undeutlicher Weise zum Ausdruck kommt; ferner wie vorsichtig man bei der Interpretierung von Temperaturbeobachtungen sein muß.

Sonnenuntergang wird der Gradient verschwindend klein und nachts muß Temperaturumkehr angenommen werden. Überadiabatische Gradienten, die zwischen Surchobtal und Gipfeln nur ausnahmsweise auftreten und dann nur auf wenige Nachmittagsstunden beschränkt sind, sind über der Tuptscheker Hochfläche eine alltägliche normale Erscheinung und werden bereits vormittags gefunden. Sie bewirken äußerst lebhafte konvektive Strömungen, die sich bei Verwendung des empfindlichen Aspirationsthermometers durch sehr intensive und rasche Temperaturschwankungen im Gehänge und auf den Gipfeln verraten und natürlich auch für die Wolkenbildung im Sommer von großer Bedeutung sind. Temperaturschwankungen von 3° in der Minute sind auf Gipfeln keine Seltenheit.

Die Konstatierung einer so raschen Temperaturabnahme über der Tuptscheker Hochfläche auch im Tagesmittel läßt den Schluß zu, daß über der großen Hochsteppe die Gradienten mindestens ebenso groß, wahrscheinlich aber noch größer sein werden. In Pamirski Post, 500 *m* höher als Tuptschek, steigt die Temperatur tagsüber noch höher als in Tuptschek, während die nächtliche Abkühlung nicht so stark ist. Tagsüber werden deshalb überadiabatische Gradienten die Temperaturverteilung in der Vertikalen bis in beträchtliche Höhen beherrschen; auch die nächtlichen Gradienten müssen über Pamirski Post beträchtlicher sein als über Tuptschek. Wenn sich deshalb auf Grund anderer Überlegungen im Sommer über der Hochsteppe mittlere Gradienten von 1·0° und darüber ergeben, so wird dieses Rechnungsergebnis durch die über Tuptschek tatsächlich beobachteten Gradientwerte wesentlich gestützt.

Ein instruktives Beispiel für den Einfluß selbst sehr kleiner Hochsteppengebiete geben zwei Messungsserien, die am 22. August oberhalb des Steppentales Kulika gewonnen wurden. Im nebenstehendem Schema bedeutet *K* die Sohle des Steppentales, wo ein Thermograph schrieb. In *P*, einer freien, breiten Paßlücke, 460 *m* oberhalb Kulika, beobachtete ich, während in *T*, der kleinen Hochfläche von Kleintuptschek, 550 *m* oberhalb Kulika, mein Freund Klebelsberg beobachtete; Beobachtungszeit 3 p.

Fig. 2.



Gradient *K* – *P* ..... 1·32°

K – *T* ..... 0·38°

Die Entfernung zwischen *P* und *T* war dabei zirka 5 *km*, die Temperaturdifferenz 5°, Windrichtung von *P* gegen *T* (Talwind aus dem Surchobtal).

In den Beobachtungen findet sich noch eine Reihe von Beispielen für die oft sehr großen Temperaturdifferenzen (bis zu 6°) zwischen Hochfläche und Hochtälern in gleicher Höhe: Immer ist die Hochsteppe abends und nachts viel kälter, während untertags bei ungenügender Ventilation auch in den Talbecken die Temperatur unter Umständen so hoch steigt wie auf der Hochfläche.

Während unseres Aufenthaltes in Kulika wurde bei vier Gipfelersteigungen mittags ebenfalls ein mittlerer Gradient von 1·03 gefunden, in Übereinstimmung mit den Messungen in Tuptschek.

Um zu prüfen, ob Irkeschtam, das in einem Hochtale liegt, genügend ventiliert ist oder ob die Temperaturen lokal noch stark beeinflußt sind, habe ich dreizehn Temperaturbeobachtungen in vollständig freier Gipfellage — mittlere Höhe der Messungspunkte 4220 *m* mit den gleichzeitig in Margelan 576 *m*, gemessenen Temperaturen verglichen und die derart berechneten Gradienten mit den mittleren Gradienten Margelan-Irkeschtam verglichen.

Temperaturgradient Juli und August.

	Δ^h	morgens	mittags
Gradient Margelan – Irkeschtam	2274 *m*	0·64	0·67
» Margelan – Gipfel	3644 *m*	0·61	0·73
» Margelan – Hochsteppe	3074 *m*	0·47	0·43

Die Übereinstimmung zwischen Irkeschtam und Gipfellage ist eine überraschend gute. Der Unterschied zwischen Irkeschtam und Hochsteppe hingegen ist außerordentlich groß. Auf jeden Fall ist Irkeschtam der Wert einer ausgezeichnet ventilierten Gebirgsstation beizulegen, die

mindestens in den Tagesmitteln die Temperaturverhältnisse in freier Gebirgslage verläßlich repräsentiert.

Aus den gesamten Betrachtungen dieses Abschnittes ergibt sich, daß die Temperaturabnahme mit der Höhe in den Gebirgen des Alai-Pamirsystems in allen wesentlichen Punkten mit den in den Alpen herrschenden Verhältnissen übereinstimmt. Die Temperaturabnahme zwischen der Gebirgsrandzone und den Sohlen der großen Gebirgstäler ist zwar langsamer als in den Alpen, das heißt, die zentralen Gebirgstäler sind im Verhältnis zu ihrer Höhe zu warm; zum Ausgleich ist aber die Temperaturabnahme im Gehänge dieser Täler bis zur Gipfelregion hinauf etwas rascher als in den Alpen, so daß sich zwischen Gebirgsrandzone und freier Gipfellage den alpinen Verhältnissen entsprechende Gradienten ergeben. Den in den Alpen gültigen Regeln entspricht auch der jährliche und tägliche Gang der Temperaturgradienten, wobei den Alpen gegenüber die größere Häufigkeit überadiabatischer Gradienten im Gehänge der Gebirgsketten selbst erwähnenswert ist (Sommer).

Wesentliche Abweichungen treten nur dort auf, wo das Hochgebirge den Charakter einer Hochsteppe annimmt. Berechnet man Temperaturgradienten mit Pamirski Post als oberer Station, so tritt im Gang der Gradienten eine Umkehrung der normalen Jahres- und Tagesperiode ein. Über der Hochsteppe jedoch Temperaturumkehr im Winter und nachts, im Sommer, besonders tagsüber, äußerst rasche Temperaturabnahme mit der Höhe.

10. Die Temperaturverhältnisse verschiedener Höhenzonen.

Gestützt auf die Ergebnisse über die Temperaturabnahme mit der Höhe kann man den Versuch machen, die mittleren Temperaturverhältnisse verschiedener Höhenstufen zu berechnen, und zwar für freie Gebirgslage, unter Ausschluß der Hochsteppengebiete und der im Sommer stark überwärmten, zentralen Täler (Khorog). Eine Untersuchung über den Temperaturgang auf der Hochsteppe im Verhältnis zu jenem in freier Gebirgslage und in der freien Atmosphäre wird sich im nächsten Abschnitt anschließen.

Die Berechnung der Temperaturen verschiedener Höhenstufen geht von den mittleren Temperaturen in Irkeschtam aus, die nach den bisherigen Ergebnissen als »normal«, das heißt der Höhenlage entsprechend betrachtet werden müssen. Die Berechnung der Monatsmittel für Stufen von 500 *m* zwischen 0 *m* und 5500 *m* erfolgte unter Benützung mittlerer Gradientwerte, die sich einerseits für das Stationspaar Margelan-Irkeschtam (Gradient α_1), andrerseits das Stationspaar Samarkand-Irkeschtam (α_2) ergeben haben.

Temperaturgradient.

	Jänner	März	Mai	Juli	September	November	Jahr
Margelan—Irkeschtam $\alpha_1 = \ldots\ldots$	0·32	0·47	0·60	0·62	0·48	0·39	0·49
Samarkand—Irkeschtam $\alpha_2 = \ldots\ldots$	0·46	0·50	0·58	0·56	0·46	0·50	0·52

Die Unterschiede zwischen α_1 und α_2 sind an sich nicht sehr groß. Aber da die Berechnung von Irkeschtam aus für große Höhenunterschiede nach unten und oben erfolgt, ergeben sich doch für die untersten Schichten — oberhalb Irkeschtam muß selbstverständlich ein mittlerer Gradient benützt werden — größere Temperaturunterschiede, die allerdings zum Teil in dem sehr ausgedehnten Gebiete den tatsächlichen Verhältnissen entsprechen. Da aber das Rechnungsergebnis nach der Art der Berechnung lokalen Abweichungen einzelner Gebiete ohnehin nicht gerecht werden kann, habe ich die Berechnung der Temperaturen auch unterhalb 3000 *m* mit einem mittleren Gradienten $\left(\frac{\alpha_1 + \alpha_2}{2}\right)$

durchgeführt und dadurch gerade eine sehr große Annäherung an lokal so wenig beeinflußte Stationen wie Taschkent, Osch, Kerki erreicht. Da die Temperaturverhältnisse, wenn man von der Hochsteppe absieht, viel gleichmäßiger sind als in den Alpen, wo die Unterschiede zwischen Nord- und Südseite bis in mittlere Höhen sehr bedeutend sind, ist die Berechnung einer einheitlichen Temperaturtabelle für die ganzen Alai-Pamirgebiete leichter möglich als eine analoge Berechnung für die Alpen. Die berechneten Temperaturen gelten auch für die Randgebirge der Hochsteppe, da ja Irkeschtam diesem Bezirke angehört. Nur in den unteren Luftschichten über der Hochsteppe selbst hat man große Abweichungen zu erwarten. In den westlichen Gebirgsketten (Hissarische und Turkestanische Kette) dürften die Sommertemperaturen etwas niedriger liegen als die berechneten Werte.

Tabelle 7.

Berechnete Mitteltemperaturen verschiedener Höhenstufen.

Höhe	Jänner	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Sept.	Oktober	Nov.	Dez.	Jahr
0	0·3*	5·8	10·8	17·4	24·2	28·8	**30·0**	27·5	22·3	15·0	8·8	4·9	16·3
500	− 1·6*	3·3	8·4	14·7	21·2	25·7	**27·2**	25·0	19·9	12·8	6·6	2·6	13·8
1000	− 3·4*	0·9	6·0	12·1	18·3	22·5	**24·3**	22·8	17·6	10·6	4·4	0·3	11·4
1500	− 5·3*	− 1·5	3·6	9·5	15·3	19·4	**21·5**	20·2	15·3	8·5	2·2	− 2·0	8·8
2000	− 7·2*	− 4·0	1·3	6·8	12·4	16·2	**18·7**	17·6	12·9	6·2	0·0	− 4·3	6·4
2500	− 9·1*	− 6·4	− 1·1	4·1	9·4	13·1	**15·7**	15·1	10·6	4·1	− 2·2	− 6·5	3·8
3000	− 11·0*	− 8·9	− 3·5	1·5	6·5	10·0	**12·8**	12·5	8·2	1·8	− 4·4	− 8·8	1·3
3500	− 12·9*	−11·4	− 5·9	− 1·1	3·5	6·8	**9·8**	**9·8**	5·9	− 0·3	− 6·6	−11·0	− 1·2
4000	− 14·8*	−13·8	− 8·3	− 3·8	0·6	3·6	6·8	**7·3**	3·5	− 2·5	− 8·9	−13·3	− 3·6
4500	− 16·7*	−16·3	−10·7	− 6·5	− 2·4	− 0·5	3·9	**4·7**	1·1	− 4·7	−11·1	−15·6	− 6·1
5000	− 18·6	−18·7*	−13·1	− 9·1	− 5·3	− 2·6	0·9	**2·0**	− 1·2	− 7·0	−13·4	−17·8	− 8·7
5500	− 20·4	−21·1*	−15·5	−11·7	− 8·2	− 5·8	− 2·0	**− 0·5**	− 3·6	− 9·1	−15·6	−20·0	− 11·2

Zur Ergänzung früherer Ausführungen sind der Tabelle einige erwähnenswerte Einzelheiten zu entnehmen.

Während im jährlichen Gange der Temperatur die Verspätung des Minimums mit der Höhe erst oberhalb 5000 *m* den Februar als den kältesten Monat erscheinen läßt, verschiebt sich das Maximum bereits in 3500 *m* auf den August. Mit der Verschiebung des Minimums hängt es auch zusammen, daß oberhalb 3000 *m* der rascheste Temperaturanstieg bereits vom Februar zum März vor sich geht, während in niedrigeren Regionen der rascheste Temperaturanstieg erst später, stellenweise erst von April—Mai eintritt. Bis zum März gleicht sich in der Höhe die niedrige Februartemperatur sozusagen aus.

Die Zeit raschesten Temperaturabfalles tritt in großen Höhen hingegen verspätet ein; oberhalb 3000 *m* Oktober—November, unterhalb 3000 *m* bereits September bis Oktober. Damit hängt eine andere, für das Klima des Gebietes bedeutsame Erscheinung zusammen, die in der Tabelle sich viel übersichtlicher darstellt als früher bei Diskussion der einzelnen Stationen. Oberhalb 2500 *m* ist der Oktober wärmer als der April, unterhalb 2500 *m* kälter. Das charakteristische Kennzeichen des turkestanischen Temperaturganges, der warme April, verschwindet also bereits in einer Höhe von 2500 *m*. Oberhalb 2500 *m* wird auch das Oktobermittel bereits höher als das Jahresmittel.

Höhenlage der isothermen Fläche von 0°.

Die Tabelle gestattet die Feststellung der jeweiligen Höhe der 0° Isotherme mit einer Genauigkeit, die für unsere orientierende Betrachtung weitaus genügt.

Tabelle 8.

Höhenlage der 0° Isotherme.

	Jänn.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
	250	1150	2300	3250	4050	4600	5200	5400	4700	3400	1950	1000	3250
Änderung		+ 900	+ 1150	+ 950	+ 800	+ 550	+ 600	+ 200	− 700	− 1300	− 1450	− 950	− 750

Im Jahresmittel liegt die 0° Isotherme in einer Höhe von 3250 *m*. Trotz des sehr abweichenden Temperaturganges auf der Hochsteppe gibt Pamirski Post den gleichen Wert; auch Pikes Peak (Colorado, Nordamerika) in gleicher Breite steht damit in Übereinstimmung, der ebenfalls sehr kontinentalen Lage entsprechend. Am Ätna, ebenfalls in gleicher Breite, aber in einem ozeanisch sehr stark beeinflußten Gebiet, liegt hingegen die 0° Fläche im Jahresmittel um fast 500 *m* niedriger, in den Ostalpen um 1500 *m*. Im NWHimalaya hingegen, um 7° südlicher, liegt sie um 500 *m* höher als im Alai-Pamirsystem.

Was die jahreszeitliche Verschiebung der 0° Fläche in unserem Gebirgskomplex anbelangt, so liegt sie im Jänner unterhalb aller Örtlichkeiten der Gebirgsrandzone, trotz großer, örtlicher Unterschiede, und nur die Oasen am mittleren Amudarja (Kerki, Termes), die aber nicht mehr zur Randzone des Gebirges gehören, haben ein Jännermittel über 0°. Im Verhältnis zur Breitenlage liegt also die 0° Fläche im Jänner außerordentlich tief, um 900 *m* tiefer als am Pikes Peak, um 1200 *m* tiefer als am Ätna, beide Berge in gleicher Breite.

Hingegen zieht sich in Turkestan die 0° Fläche bis August in eine Höhe von 5400 *m* zurück, um 1400 *m* höher als am Ätna, um zirka 400 *m* höher als am Pikes Peak. Die jährliche Höhenverschiebung der 0° Fläche ist in Turkestan beträchtlicher als in irgendeinem anderen, zum Vergleiche verfügbaren Gebirgsgebiete. In gleicher Breite könnte die Verschiebung höchstens in ostturkestanischen Gebirgen (Altin tagh etc.) noch größer sein.

Jährliche Höhenverschiebung der isothermen Fläche von 0°.[1]

Gebiet.....	Ostalpen	NWHimalaya	Ätna	Pikes Peak	Turkestam
Breite	47°	32°	37·7°	38·6°	39°
Verschiebung	2270 *m*	2900 *m*	3200 *m*	3820 *m*	5150 *m*

Daß sich die 0° Fläche im Herbst rascher senkt, als sie sich im Frühjahr hebt, ist eine von anderen Gebieten her wohlbekannte Erscheinung. In den zwei Monaten stärksten Anstieges (Februar bis April) erhebt sie sich um 2100 *m* (36 *m* pro Tag), während sie sich in den zwei Monaten raschesten Abstieges (September bis November) um 2750 *m* (45 *m* pro Tag) senkt. Daß dieser Unterschied zwischen An- und Abstieg in diesem niederschlagsarmen Gebiete zur Gänze auf den verzögernden Einfluß der Schneeschmelze im Frühjahr zurückgeführt werden kann, erscheint mir immerhin zweifelhaft.

Man darf nicht annehmen, daß die 0° Fläche im Sommer über der Hochsteppe wesentlich höher liegt, als die Berechnung für das Gebirge ergeben hat, da die der Berechnung zugrunde liegende Station, Irkeschtam, dem unmittelbaren Randgebiete der Hochsteppe angehört; die Annahme einer wesentlich höheren Lage über der Hochsteppe würde zu der ganz unzulässigen Annahme bedeutender Temperaturunterschiede in gleichem Niveau bei sehr geringer Entfernung führen. Im Gebiete der Hochsteppe findet im Sommer nur eine viel raschere Temperaturabnahme mit der Höhe statt als für gleiches Höhenintervall in freier Gebirgslage.

[1] Vergleichszahlen nach Hann, Handbuch der Klimatologie, 3. Aufl., Bd. I, p. 220.

Eintritt und Ende, Andauer von Tagestemperaturen bestimmter Größe.

Die Tabelle zeigt des weiteren, daß Monatsmittel von 25° durchschnittlich nur bis zu einer Höhe von zirka 900 *m* vorkommen, Monatsmittel von 10° bis 3500 *m*. Eine bequeme Übersicht über diese Verhältnisse geben die Angaben der nachstehenden Tabelle, die auf graphischem Wege aus den Zahlenwerten der Tabelle auf pag. 42 gewonnen wurden. Sie geben an, an welchen Tagen eine bestimmte Tagestemperatur erreicht und wieder verlassen wird und an wie viel Tagen im Jahr die mittlere Tagestemperatur oberhalb oder unterhalb gewisser Schwellenwerte liegt.

Tabelle 9.

Daten des Eintrittes und Endes, sowie Andauer von Tagestemperaturen bestimmter Größe.

Höhe	über 25°	über 20°	über 10°	über 5°	unter 0°	unter – 5°	unter – 10°	unter – 15°
500 *m*	10. Juni bis 13. Aug. 81	7. Mai bis 16. Sept. 132	22. März bis 26. Nov. 249	21. Febr. bis 28. Nov. 279	1. Jänn. bis 24. Jänn. 24	—	—	—
1000 *m*	18. Juli bis 24. Juli 6	24. Mai bis 3. Sept. 102	6. April bis 18. Okt. 195	8. März bis 10. Nov. 247	13. Dez. bis 8. Febr. 57	—	—	—
2000 *m*	—	—	1. Mai bis 29. Sept. 152	6. April bis 21. Okt. 198	15. Nov. bis 11. März 116	22. Dez. bis 6. Febr. 46	—	—
3000 *m*	—	—	15. Juni bis 1. Sept. 78	7. Mai bis 2. Okt. 148	21. Okt. bis 4. April 165	19. Nov. bis 7. März 108	22. Dez. bis 5. Febr. 45	—
4000 *m*	—	—	—	29. Juni bis 7. Sept. 71	2. Okt. bis 10. Mai 220	30. Okt. bis 6. April 157	21. Nov. bis 9. März 82	—
5000 *m*	—	—	—	—	10. Nov. bis 7. Juli 300	3. Okt. bis 2. Mai 211	1. Nov. bis 6. April 157	24. Nov. bis 6. März 102
3640 *m* Hochsteppe	—	—	10. Juni bis 7. Sept. 99	7. Mai bis 26. Sept. 148	15. Okt. bis 13. April 179	4. Nov. bis 22. März 138	22. Nov. bis 3. März 101	6. Dez. bis 21. Febr. 77
3640 *m* Gebirge	—	—	—	6. Juni bis 15. Sept. 101	7. Okt. bis 27. April 201	4. Nov. bis 23. März 139	29. Nov. bis 27. Febr. 90	—

Man sieht zum Beispiel, daß Tagesmittel von 25° oberhalb 1000 *m* keine normale Erscheinung mehr sind, sondern als charakteristisch für die Oasen der Gebirgsrandzone gelten müssen. Während in letzteren das Tagesmittel durchschnittlich an 20—30 Tagen (500—1000 *m*) unter 0° liegt, ist dies in 5000 *m* Höhe an 300 Tagen der Fall, so daß selbst in dieser bedeutenden Höhe das Tagesmittel der Temperatur immerhin noch während zweier Monate über dem Gefrierpunkt liegt. — Die Tabelle gestattet auch, die jährliche Wanderung der isothermen Flächen von — 15° bis + 20° festzustellen. Die 0° Fläche zum Beispiel braucht für den Aufstieg von 500 bis 5000 *m* fast ein halbes Jahr, während der Abstieg im Herbst in weniger als vier Monaten vor sich geht. Ganz ähnlich verläuft Hebung und Senkung der anderen isothermen Flächen.

Von größerem Interesse sind die Angaben über die Verhältnisse in 3640 *m* Höhe, wobei die Hochsteppe (beobachtet) freier Gebirgslage (nach Irkeschtam berechnet) gegenübergestellt wird. Sehr kalte und sehr warme Tage sind auf der Hochsteppe viel häufiger als in freier Gebirgslage (Berghang oder geneigtes Hochtal). Auf der Hochsteppe hält sich

das Temperaturtagesmittel 3 Monate über 10°, $2^1/_2$ Monate unterhalb — 15°, während solche Temperaturtagesmittel in freier Gebirgslage, in gleicher Höhe, zu den Ausnahmen gehören.

Dieser große Unterschied führt von selbst zu der Frage, ob die Hochsteppe (Pamirski Post) im Jahresdurchschnitt wärmer oder kälter ist als ein dem gleichen Gebirge angehöriges, aber frei gelegenes Gebiet gleicher Höhe. Auch die Frage, ob Hochsteppe und Gebirge im Jahresmittel wärmer oder kälter sind als die freie Atmosphäre in gleicher Höhe, verdient eine Erörterung.

II. Einfluß der Hochsteppe auf den Temperaturgang.

Für die Untersuchungen dieses Abschnittes gehen wir aus von drei Tatsachen. In allen ausgedehnten Gebirgsgebieten nimmt die mittlere Temperatur in gleicher Höhe von der Peripherie gegen die zentralen Teile des Gebirges zu, was sich in den Alpen zum Beispiel durch eine höhere Lage der Baumgrenze, der Firnlinie etc. in sehr deutlicher Weise manifestiert. Man schließt daraus, daß eine Massenerhebung erhöhend auf die Lufttemperatur einwirkt. Man muß deshalb im Gebirge höhere Temperatur als in gleicher Höhe der freien Atmosphäre erwarten. Andrerseits wirken Luftströmungen, die durch das Gebirge selbst zu Vertikalbewegung veranlaßt werden, in entgegengesetztem Sinn, so daß in gleicher Höhe im Gebirge die Lufttemperatur niedriger sein muß als in der freien Atmosphäre. Drittens nimmt bekanntlich die Intensität der Wärmeausstrahlung in einem rascheren Verhältnis mit der Höhe zu, als die Intensität der Einstrahlung, weshalb ein Gebirge im Durchschnitt abkühlend auf sein Lufthülle einwirken muß. Vergleicht man die Wirkung der Atmosphäre mit der eines Glashauses, so sind nach Sandström's drastischem Ausspruch (s. d. in der Einleitung erwähnte Arbeit) die Gebirge Punkten zu vergleichen, über welchen das Glashaus ein Loch hat.

Bei Erörterung dieser Frage müßte man eigentlich davon ausgehen, die Bodentemperaturen im Gebirge mit der Lufttemperatur in gleicher Höhe der freien Atmosphäre zu vergleichen und dann erst zur Betrachtung der Lufttemperatur im Gebirge übergehen, das heißt man müßte von der Temperatur der Heiz-, beziehungsweise Abkühlungsfläche selbst ausgehen. Beschränkt man sich, wie es der Mangel an entsprechendem Beobachtungsmaterial meist von vornherein gebietet, auf den Vergleich der Lufttemperaturen, so wird die Frage, ob ein Gebirge überwiegend als Heizfläche oder überwiegend als Abkühlungsfläche wirkt, beides relativ zur freien Atmosphäre, sehr bedeutend dadurch kompliziert, daß im Gebirge die durch Ausstrahlung erkaltete Luft in die Tiefe sinkt, während die durch Wärmeleitung vom Boden her erwärmte Luft emporsteigt.

So kompliziert und wenig erfolgreich die Erörterung dieser Frage auch scheint, so scheint mir doch der Versuch notwendig, wenigstens das Verhältnis der Hochsteppe zu freier Gebirgslage einer kritischen Erörterung zu unterziehen und dabei auch die wahrscheinlichen Temperaturunterschiede gegenüber der freien Atmosphäre zu berücksichtigen.

Für die Höhe von 3640 *m* (Pamirski Post) lassen sich in dreifacher Weise Temperaturmittel ableiten. Die unmittelbaren Beobachtungen ergeben den für die Hochsteppe typischen Temperaturgang. Durch die Verwendung der Temperaturen von Irkeschtam und Benützung der früher berechneten Temperaturgradienten zwischen Irkeschtam und Gebirgsrandzone erhält man den Temperaturgang in 3640 *m* bei freier Gebirgslage. Drittens lassen sich Temperaturwerte für 3640 *m* aus den gleichzeitigen Luftdruckbeobachtungen in Pamirski Post und der Gebirgsrandzone (Taschkent, Samarkand, Margelan) ableiten, die bei genügend vorsichtiger Verwendung Schlüsse auf den Temperaturgang in 3640 *m* Höhe der freien Atmosphäre erlauben.

Die Betrachtung auch auf die Verhältnisse der freien Atmosphäre zu erstrecken, ist deshalb notwendig, weil ja auch im Temperaturgang Irkeschtams trotz der freien Lage der Einfluß der gewaltigen Massenerhebung des Gebirges sich geltend machen muß, über dessen Richtung und Betrag man vorerst ganz im unklaren ist.

a) Vergleich zwischen Hochsteppe und Gebirge.

In die Tabelle sind auch Pikes Peak ($\varphi = 38° 50'$, $\lambda = 105° 2'$ W, $h = 4308\ m$) und Leh im oberen Industal ($\varphi = 34° 10'$, $\lambda = 77° 42'$ E, $h = 3510\ m$) aufgenommen. Pikes Peak ist nach der Fußstation Colorado Springs auf die Höhe von 3640 *m* reduziert, während Leh unter Benutzung der von Spitaler für die Nordhemisphäre, allerdings für das Meeresniveau berechneten Werte auf die Breite von Pamirski Post reduziert ist. Pikes Peak ist nur deshalb aufgenommen, um zu zeigen, wie vortrefflich Irkeschtam freie Gebirgslage repräsentiert. Würde nicht der im zentralasiatischen Klima abnorm warme Frühling speziell im April eine bedeutende Temperaturdifferenz bedingen, so wäre die Übereinstimmung zwischen Pikes Peak und freier Gebirgslage in Turkestan eine vollständige. Zu

weiteren Erörterungen gibt Pikes Peak keine Veranlassung, während Leh[1] infolge seiner Niederschlagsarmut und seiner Lage in einem Hochtal von Steppencharakter (Kleintibet) mit Pamirski Post gut verglichen werden kann.

Tabelle 10.

Temperatur in 3640 *m*.

	Jänner	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
Hochsteppe	−18·7	−16·6	− 6·7	0·2	6·9	10·7	13·9	13·6	7·9	− 0·1	− 7·9	−16·8	− 1·1
Gebirge	−13·5	−12·0	− 6·7	− 1·9	2·7	5·9	8·9	9·0	5·2	− 1·0	− 7·2	−11·8	− 1·9
Pikes Peak	−12·8	−11·9	− 8·9	− 5·5	− 0·3	5·2	9·0	9·0	3·9	− 1·8	− 8·1	−10·8	− 2·7
Leh	−12·1	− 9·7	− 3·7	2·5	5·5	10·3	14·0	13·4	8·7	2·1	− 3·7	− 8·6	1·5
Differenz:													
Hochsteppe — Gebirge	− 5·2	− 4·6	0·0	+ 2·1	+ 4·2	+ 4·8	+ 5·0	+ 4·6	+ 2·7	+ 0·9	− 0·7	− 5·0	+ 0·8
Hochsteppe — Leh	− 6·6	− 6·9	− 3·0	− 2·3	+ 1·4	+ 0·4	− 0·1	+ 0·2	− 0·8	− 2·2	− 4·2	− 8·2	− 2·6
Gebirge — Leh	− 1·4	− 2·3	− 3·0	− 4·4	− 2·8	− 4·4	− 5·1	− 4·4	− 3·5	− 3·1	− 3·5	− 3·2	− 3·4

(Pikes Peak auf die Höhe, Leh auf die Höhe und Breite von Pamirski Post reduziert).

Im Jahresdurchschnitt ist die Hochsteppe fast um 1° wärmer als das Gebirge.[2] Wohl sinkt im Winter die Temperatur viel tiefer als im Gebirge, aber der Wärmeüberschuß im Sommer ist ebenso bedeutend und gibt den Ausschlag, da er sich über einen viel längeren Zeitraum erstreckt. Im März, Oktober und November sind die Temperaturunterschiede zwischen Hochsteppe und Gebirge am kleinsten. Müßte auf der Hochsteppe im Frühling eine beträchtliche Schneedecke weggeschmolzen werden, die im Gebirge vorhanden ist, so würde sich der Temperaturausgleich im Frühling wohl verzögern und der Temperaturüberschuß der Hochsteppe kleiner werden.

Es ist aber ein anderer wichtigerer Faktor wirksam, der den Temperaturüberschuß der Hochsteppe tatsächlich verkleinert.

Vergleichen wir Leh mit der Hochsteppe und dem Gebirge, so sieht man sofort, daß Leh im Winter mit dem Gebirge, im Sommer mit der Hochsteppe übereinstimmt. Daß Leh im Sommer ebenso warm wird wie Pamirski Post, ist zu erwarten. Daß aber die Wintermonate auf den Pamirsteppen um 6 bis 8° kälter sind als Leh (letzteres auf gleiche Breite reduziert!), weist auf besondere, der Hochsteppe eigentümliche Einflüsse hin. Die großen Temperaturdifferenzen sind nur erklärlich durch die gewaltige winterliche, durch die Geländekonfiguration begünstigte Ansammlung der durch Ausstrahlung erkalteten Luft in den Steppenbecken, also in den Gebieten, in welchen diese kalte Luft sozusagen fabriziert wird, ohne daß sie abfließen kann.

Der Hochsteppenhabitus eines Gebietes allein ist durchaus nicht entscheidend; zur Erzeugung so niedriger Wintertemperaturen ist es vielmehr notwendig, daß die erkaltete Luft in den Ausstrahlungsgebieten selbst festgehalten wird.

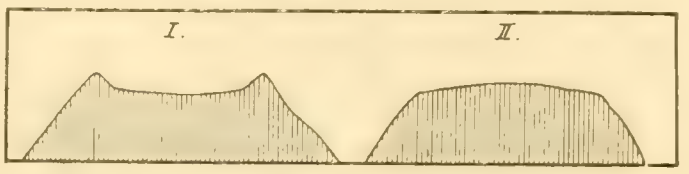
In nebenstehendem Schema ist Profil I charakteristisch für die Hochsteppe der Pamire: Beckenförmige, ungemein flache Erweiterung der obersten Talläufe, ringsum von Gebirgsketten umgeben, deren Höhe keine besondere Rolle spielt.

[1] Die Temperaturen für Leh habe ich Hann, Lehrb. d. Meteorologie, 3. Aufl., Tabelle im Anhang entnommen; die im Handbuch d. Klimatologie 3. Aufl., Bd. II., p. 205 mitgeteilten Werte weichen unbedeutend ab.

[2] Unter »Gebirge« ist im folgenden immer freie Gebirgslage (Gehänge, ventiliertes Hochtal) im Gegensatz zur Hochsteppe gemeint.

Die Flüsse selbst, die diese Steppenbecken entwässern, sind schmale Durchbruchsschluchten im Gebirgswall. Das ganze ist vergleichbar einem riesigen Seebecken mit engem Abfluß. Die kalte Luft, die sich in diesen Becken ansammelt, hat keinen genügenden Abfluß. Daß man in einem solchen Becken im Winter extrem niedrige Temperaturen finden muß, ist bei der großen Höhe selbstverständlich. Das Entscheidende aber ist, daß diese kalte Luft in der Entstehungshöhe auch tatsächlich festgehalten wird.

Fig. 3.



Ganz anders gestalten sich die Verhältnisse, wenn die Hochsteppe dem Profil II des Schemas sich nähert. Im Sommer würde sich allerdings der Hochsteppe I gegenüber kein allzu großer Unterschied bemerkbar machen. Im Winter aber wird die kalte Luft abfließen; immer neue Luft wird aus der Höhe oder von den Seiten zufließen und mit dem erkalteten Boden der Hochsteppe in Berührung kommen, um, selbst erkaltet, wieder abzufließen. Die Wintertemperaturen würden auf der Hochsteppe II um vieles höher sein als in geschlossenen Steppenbecken vom Typus I bei gleich niedriger Bodentemperatur.

Klimatisch läßt sich der Gegensatz am besten so formulieren: Die Hochsteppe I ist zwar viel kälter, aber sie wirkt nicht temperaturerniedrigend in dem tiefer liegenden Gebiet in ihrem Umkreis. Die Hochsteppe II ist viel wärmer, aber indem sie kalte Luft abfließen läßt, erniedrigt sie die Wintertemperatur in den umliegenden Niederungen. Ähnlich wird auch ein Kettengebirge wirken, das einen Grenzfall der Hochsteppe II darstellt.

Man könnte glauben, daß dann ein tief eingeschnittenes Tal den entsprechenden Grenzfall der Hochsteppe I darstellt. Das ist aber insofern nicht richtig, als in einem Hochtal von Steppencharakter wie Leh wohl auch die Luft abnorm erkaltet, aber der Abflußkanal — das Tal selbst — ist durch seine Dimensionen im Verhältnis zur Ausdehnung des Sammelbeckens imstande, große Massen kalter Luft abzutransportieren.

Der berechnete Temperaturüberschuß der Hochsteppe über freie Gebirgslage gleicher Höhe stellt demnach einen Minimalwert[1] dar, da der Faktor, der in erster Linie die Mitteltemperatur stark herabdrückt, in den Hochsteppen vom Pamirtypus in geradezu idealer Weise wirksam ist. Aber selbst dann, wenn man den viel größeren Temperaturüberschuß, der sich in Leh ergibt, als charakteristisch für den Effekt der Massenerhebung annimmt, scheint mir die Frage, ob die Massenerhebung eines Gebirges im Jahresdurchschnitt abkühlend oder erwärmend wirkt, eine ziemlich müßige. Die kalte Luft, die das Gebirge fabriziert, geht in die Tiefe, die warme Luft in die Höhe. Könnte man die Masse der Luft berechnen und den Gesamtbetrag des Wärmeentzuges, beziehungsweise der Wärmezufuhr, so könnte man die Frage diskutieren und würde wahrscheinlich ganz im Sinne Sandströms finden, daß die abkühlende Wirkung überwiegen kann, obwohl die Lufttemperatur am Beobachtungsort im Gebirge im Jahresmittel höher sein kann als in gleicher Höhe der freien Atmosphäre. Für den Klimatologen, dem es nur auf den Temperatureffekt an einer bestimmten Stelle, zum Beispiel in Pamirski Post oder Leh gegenüber Gebirge oder freier Atmosphäre ankommt, ist die Frage sofort zu entscheiden: Pamirski Post und noch mehr Leh sind im Jahresmittel wärmer als ein Ort gleicher Höhe in Gebirgslage. Für eine mehr physikalisch-meteorologische Betrachtung kommt jedoch der Gesamteffekt der Unterlage in Betracht, der über die ganzen Luftmassen zu erstrecken ist, die im Laufe eines Jahres mit einem bestimmten Oberflächenareal des Gebirges oder der Hochsteppe in Berührung kommen. Ohne daß eine quantitative Schätzung versucht werden soll, drückt sich meines Erachtens

[1] Wahrscheinlich gibt es im Gebiet der Hochsteppe Bezirke, in denen es in ähnlicher Höhe wie Pamirski Post noch kälter ist als in letzterer Station. Dann würde der geringe, im Jahresmittel sich ergebende Temperaturüberschuß der Hochsteppe über das Gebirge noch kleiner werden oder sogar verschwinden. Andrerseits nimmt im Gehänge der Hochsteppen-Randberge die Temperatnr im Winter mit der Höhe wohl sehr rasch zu, was die Temperaturdifferenz vergrößern würde. Der klimatische Effekt der Massenerhebung kommt in dem Mittelwert von Leh deshalb viel reiner zum Ausdruck, weil hier die erkalteten Luftmassen offenbar zum größten Teil abfließen.

der Gesamteffekt einer Massenerhebung darin aus, daß er einerseits die mittleren Temperaturen in den umliegenden Niederungen durch das Abfließen der erkalteten Luft herabsetzt, während er andrerseits höheren Luftschichten Wärme konvektiv zuführt. Da die Ausstrahlung mit der Höhe in einem rascherem Verhältnis zunimmt als die Einstrahlung, dürfte im Mittel der abkühlende Einfluß überwiegen.[1] Selbstverständlich muß es dann Gebiete der Erdoberfläche geben, deren Einfluß auf die Temperatur der Luftmassen den Einfluß der Massenerhebungen kompensiert. Damit kommt man aber zu Fragen, die weit über den Rahmen dieser Untersuchung hinausführen.

Warum im Sommer die Hochsteppe viel wärmer ist als Gebiete freier Gebirgslage in gleicher Höhe, wurde bereits in Abschnitt 1 und 2 auseinandergesetzt. Im Gebiet der Berghänge und steilen Hochtäler transportiert der Talwind Luft aus der freien Atmosphäre gegen die überwärmten Hänge, während auf der ausgedehnten Hochsteppe und in langgestreckten Tälern der Talwind gewissermaßen als horizontale, den Boden bestreichende Strömung auftritt, die allerdings überwärmte Luft wegschafft, aber sie durch ebenso erwärmte Luft aus den Nachbargebieten wieder ersetzt.

b) Vergleich zwischen Hochsteppe und freier Atmosphäre.

Die Mitteltemperaturen verschiedener Höhenstufen (Abschnitt 10) wurden unter der Voraussetzung linearer Temperaturabnahme mit der Höhe berechnet. Da die berechneten Werte den Beobachtungen gut entsprechen, ist man berechtigt, mittlere Temperaturen für die ganze Luftschichte zwischen Gebirgsrandzone und der Höhe von 3640 *m* zu berechnen. Man kann ferner die mittleren Temperaturen dieser Luftschichte aus den Luftdruckmittelwerten der Gebirgszone einerseits, der Hochsteppe andrerseits berechnen. Da die Höhendifferenzen der in Betracht kommenden Stationen bekannt sind und gleichzeitige mehrjährige Luftdruckbeobachtungen vorliegen (für Pamirski Post fünf brauchbare Jahrgänge), stößt die Berechnung der »barometrischen Mitteltemperatur«[2] auf keine Schwierigkeit. Da Samarkand die lokal am wenigsten gestörte Station der Randzone ist, ist im allgemeinen Samarkand als Basisstation verwendet.

Die folgende Tabelle enthält 1. das rohe arithmetische Mittel der Temperaturen Samarkand—Pamirski Post, 2. das arithmetische Mittel Samarkand — 3640 *m* Gebirgslage, 3. die barometrischen Mitteltemperaturen Samarkand — Pamirski Post, Margelan — Pamirski Post, Taschkent — Pamirski Post, 4. beobachteten und nach Samarkand — Irkeschtam berechneten Luftdruckgang in Pamirski Post. Bei linearer Temperaturabnahme würden sich die Mitteltemperaturen Samarkand — Pamirski Post auf die Höhe 2179 *m* beziehen. Die Mittelbildung mit den in Pamirski Post tatsächlich

---

[1] Die Erscheinung, daß in Gebieten winterlicher Temperaturumkehr wie im Drautal bei Strahlungswetter die Täler umso kälter sind, je wärmer die Höhen sind, ist kein Gegenbeweis. Niemand wird leugnen, daß in diesem Fall trotz der hohen Lufttemperatur die Höhen als Abkühlungsfläche wirken. Die erkaltete Luft fließt aber in die Tiefe ab und in der Höhe fließt wärmere Luft der freien Atmosphäre zu. Die hohe Temperatur in der Höhe ist kein Effekt des Gebirges, wohl aber die niedrige Temperatur der Niederung.

[2] Nach der Formel $t_m + 273 = \frac{gh \log e}{R} \cdot \frac{1}{\log B - \log b}$, in der B der Luftdruck unten, b der Luftdruck oben, h der Höhenunterschied beider Stationen, g die Schwerebeschleunigung für mittlere Pol- und Seehöhe der Stationen, e die Basis der natürlichen Logarithmen und $R = 287$ ist. Man erhält damit die als konstant durch die ganze Schichte angenommene Temperatur t_m, die in die Höhenformel eingeführt, die richtige Höhe ergibt. Wie weit sich an diese Temperatur meteorologische Betrachtungen knüpfen lassen, hängt ganz von den Umständen des betrachteten Falles ab. Im vorliegenden Fall erhält man zum Beispiel im Winter fiktive Temperaturen, die es aber ermöglichen, Überlegungen über Richtung und Betrag der winterlichen Luftdruckstörung auf der Hochsteppe durchzuführen. — Bei Berechnung der barometrischen Mitteltemperaturen wurde die Höhe von Pamirski Post nach den neuesten russischen Werten mit 3640 *m* angenommen, während ich später (Abschnitt 13) 3657 *m* als wahrscheinlicheren Wert berechnet habe. Mit letzterem Wert erhält man niedrigere Mitteltemperaturen; die Temperaturdifferenz zwischen Hochsteppe und freier Atmosphäre wird dadurch im Winter verkleinert, im Sommer vergrößert, ohne daß die Abweichungen die Richtung unserer Betrachtungen und Ergebnisse ändern würden.

Tabelle 11.

Mitteltemperatur der Luftschichte Gebirgsrandzone — 3640 *m*.

	Jänner	Feb.	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
Samarkand—Pamirski Post	– 9·6	– 6·6	0·5	6·7	13·3	17·3	19·7	18·4	13·3	6·0	– 0·5	– 6·8	6·0
Samarkand — 3640 *m* freie Lage	– 7·0	– 4·1	0·6	5·7	11·3	14·9	17·2	16·1	11·9	5·6	– 0·3	4·2	5·6
Barometrisch berechnet													
Samarkand — Pamirski Post	(– 1·0)	(0·0)	(4·7)	6·9	11·7	14·9	16·6	15·0	12·0	(8·4)	(7·2)	(3·7)	(8·3)
Margelan — Pamirski Post	(– 1·1)	(0·9)	(5·1)	7·7	12·0	15·4	17·9	16·6	13·3	(9·3)	(6·2)	(3·4)	(8·9)
Taschkent — Pamirski Post	(0·6)	(1·8)	(4·7)	8·0	12·8	16·5	18·2	16·7	13·4	(9·8)	(7·1)	(4·5)	(9·4)
Luftdruck:													
Pamirski Post beobachtet	488·3	488·6	490·2	491·2	492·5	492·7	492·5	492·7	494·0	494·0	493·5	491·1	491·8
Pamirski Post berechnet	85·0	86·2	87·5	90·4	92·5	92·8	92·8	93·4	93·9	92·3	89·0	86·2	90·2
Differenz:													
Beobachtet — berechnet	+ 3·3	+ 2·4	+ 2·7	+ 0·8	0·0	– 0·1	– 0·3	– 0·7	+ 0·1	+ 1·7	+ 4·5	+ 4·9	+ 1·6

beobachteten Temperaturen ist nur der Vollständigkeit wegen angeführt; der durch die Hochsteppenlage bedingte Temperaturüberschuß über das Gebirge kommt hier nur im halben Betrage zum Vorschein. Im übrigen sehen wir von den in Pamirski Post beobachteten Temperaturen vorderhand ab.

Was nun die barometrischen Mitteltemperaturen anbelangt, so ist das Resultat zunächst ein sehr überraschendes. Im Sommer, April bis September, ergibt sich zwar eine sehr gute Übereinstimmung mit den arithmetischen Mittelwerten Samarkand — Gebirge. Umso auffälliger sind die außerordentlich großen Differenzen im Winter. Vom November bis Jänner sind die barometrisch berechneten Mitteltemperaturen um 6 bis 8° zu hoch, sind höher als die Temperatur in der Basisstation Samarkand. Die Berechnung nach Margelan und Taschkent ändert an diesem Ergebnis nichts.

Die Berechnung ergibt somit für den Winter vollständig unbrauchbare barometrische Mitteltemperaturen. Da die Anomalie sich nur auf den Winter erstreckt, kommen Ablesungsfehler u. dgl. nicht in Betracht. Die Abweichung im Winter kann nur durch beträchtliche winterliche Luftdruckstörungen im Hochsteppengebiet erklärt werden, da die drei Basisstationen untereinander Übereinstimmung zeigen.

Je größer der Druckunterschied zwischen zwei Stationen ist, umso niedriger wird die Mitteltemperatur der Zwischenschichte gefunden. Findet man eine zu hohe Temperatur, wie im vorliegenden Fall, muß der Druckunterschied zu klein sein. Da die berechneten Temperaturen zweifellos zu hoch sind, müß in Pamirski Post der Luftdruck höher sein, als in gleicher Höhe in der freien Atmosphäre über Samarkand, während im Sommer die Luftdruckwerte übereinstimmen oder eine kleine Abweichung in entgegengesetztem Sinn zeigen müssen.

Ein kleiner Bruchteil des winterlichen Drucküberschusses auf der Hochsteppe könnte vielleicht darauf zurückgeführt werden, daß im Winter im Bereich des asiatischen Luftdruckmaximums wohl auch noch in 3640 *m* Höhe ein (in Turkestan) von E nach W gerichteter Gradient vorhanden sein könnte, der als Isobarenkorrektion bei Verwendung der Höhenformel eigentlich berücksichtigt werden müßte. Aber jede Isobarenkarte zeigt, daß im Jänner das Druckgefälle Pamirski Post — Samarkand im Meeresniveau noch nicht 1 *mm* beträgt und im Niveau der Hochsteppe der Druckabnahme mit der Höhe entsprechend kleiner ist. Auf diesem Weg läßt sich die barometrische Mitteltemperatur nicht erklären.

Eine tatsächliche Ursache jedoch für einen Luftdrucküberschuß der Hochsteppe gegenüber der freien Atmosphäre im Winter ist die früher besprochene Anhäufung kalter Luft über der von hohen Gebirgen eingeschlossenen Hochsteppe.

Ist ein solcher See kalter Luft sehr seicht, so bleibt die Wirkung auf den Luftdruck trotz stärkster Temperaturumkehr geringfügig. Kann man berechnen, wie groß die Luftdruckstörung in Pamirski Post tatsächlich ist, so kann man beurteilen, ob es sich um seichte oder hochreichende Schichten kalter Luft handelt.

Eine Schätzung läßt sich auf folgende Weise versuchen: Da im Sommer sehr gute Übereinstimmung zwischen den barometrisch berechneten und den für Gebirgslage ermittelten Mitteltemperaturen besteht, machen wir die Annahme, daß in der freien Atmosphäre auch im Winter die vertikale Temperaturverteilung mit der für das Gebirge berechneten übereinstimmt. Wir berechnen sodann mit den für Gebirgslage gültigen Mitteltemperaturen den Luftdruckgang für die Höhe von Pamirski Post, vergleichen die berechneten mit den beobachteten Werten und bezeichnen die Differenz als Luftdruckstörung der Hochsteppe.

In der Tabelle sind unter den Luftdruckwerten diese Differenzen mitgeteilt. Sie sind in den Sommermonaten negativ und sehr klein, das heißt im Sommer besteht ein geringes Luftdruckgefälle von der freien Atmosphäre gegen die Hochsteppe. Infolge der durch die starke Erwärmung bewirkten Auflockerung der Luft über den ausgedehnten und untereinander vielfach verbundenen Hochsteppengebieten ist ein sommerlicher Gradient dieser Richtung und Größe leicht zu erklären.

Umso schwieriger sind die gewaltigen positiven Differenzen im Winter zu erklären. Infolge der Anhäufung kalter Luft in den Steppenbecken ist allerdings ein Drucküberschuß der Hochsteppe über die freie Atmosphäre in gleicher Höhe eine Notwendigkeit, ohne daß es zur Entwicklung entsprechender Luftströmungen größeren Stiles kommen muß, da ja der See kalter Luft auf der Hochsteppe der Randgebirge wegen sozusagen abflußlos ist.

Stimmt somit auch die Richtung des Luftdruckgefälles mit unseren Erwartungen überein, so ist andrerseits doch der Betrag der Luftdruckdifferenzen weit größer, als erwartet werden konnte. Nimmt man vorerst unsere Voraussetzung, daß die Mitteltemperatur der freien Atmosphäre mit der für das Gebirge berechneten übereinstimmt, als richtig und somit die berechneten Luftdruckdifferenzen als reell an, so kann man berechnen, wie tief der See kalter Luft auf der Hochsteppe ist.

Man kann die Rechnung auf verschiedene Weise durchführen.

a) Die Jännertemperatur der Hochsteppe (— 18·7°) findet man in freier Gebirgslage gleichzeitig in 5000 *m* Höhe, also 1400 *m* über der Hochsteppe. Wir nehmen an, daß in dieser Höhe keine Temperatur- und Druckdifferenz mehr vorhanden ist. Der Luftdruck in 5000 *m* sei *b* und bleibe konstant ($\Delta b = 0$), der Druck auf der Hochsteppe sei *B* und ändere sich dadurch (ΔB), daß in einer 1400 *m* dicken Luftschichte über der Hochsteppe sich die Temperatur ändere (ΔT — Ansammlung kalter Luft). Aus der Grundformel der barometrischen Höhenmessung ergibt sich die bekannte Beziehung $db = dB\left(\frac{b}{B}\right) + \frac{bhg}{RT^2}dT$, in der wir $h = 1400$, $R = 287$ setzen.

Führt man die Rechnung für die Jännerwerte durch, so ergibt sich unter der Annahme, der Luftdruck in Pamirski Post sei infolge Ansammlung kalter Luft auf der Hochsteppe um 3·3 *mm* zu hoch, daß bis zu einer Höhe von 5000 *m* hinauf die Luft um 10° kälter sein müsse als zwischen 3640 *m* und 5000 *m* in der freien Atmosphäre. Das ist aber ein ganz unmögliches Resultat, da auf Grund unserer Temperaturberechnungen die Mitteltemperatur der 1400 *m* hohen Luftschichte über der Hochsteppe nur um zirka 2·5° niedriger sein kann als die Mitteltemperatur der entsprechenden Schichte der freien Atmosphäre, so daß die resultierende Luftdruckstörung auf der Hochsteppe höchstens mit + 1 *mm* veranschlagt werden kann.

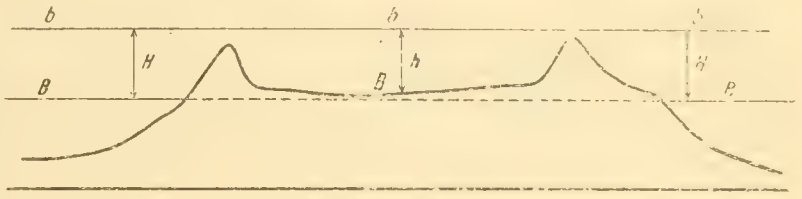
b) Man kann die Rechnung aber auch in der Art durchführen, daß man annimmt, die Temperaturdifferenz zwischen Hochsteppe und freier Atmosphäre bleibe nach oben bis in jene unbekannte Höhe konstant, in der die im Hochsteppenniveau bestehende Druckdifferenz sich ausgleicht. Wir suchen also diesmal *h*, setzen $db = 0$, $dT = -5$ (Temperaturdifferenz Hochsteppe — Gebirgslage, wobei nach unserer Grundannahme der für das Gebirge gültige Wert auch für die freie Atmosphäre gelten soll, für *B* und *T* (abs.) die Jännerwerte der Hochsteppe, für *dB* wieder 3·3 *mm*. Dann findet man $h = 2360$ *m*. Wenn also der See kalter Luft über der Hochsteppe in jeder Höhe um 5° kälter ist als die entsprechende Höhenschichte in der freien Atmosphäre, so müßte dieser Kaltluftsee 2360 *m* tief sein, um die Luftdruckstörung in Pamirski Post zu erklären. Die Ausgleichshöhe des Luftdruckes, die Oberfläche des Luftsees, in der sprunghafter Übergang zu höherer Temperatur stattfindet, würde damit erst in einer Höhe von 6000 *m* liegen, was ebenfalls unmöglich

erscheint, da die mittlere Kammhöhe der Gebirgsketten rings um die Hochsteppe nicht so hoch ist und die Breite der Abflußtäler überdies nach oben hin rasch zunimmt, was natürlich den Bestand eines Kaltluftsees in sehr große Höhen hinauf nicht zuläßt.[1]

Wir finden also einerseits, daß die beobachteten Luftdruckwerte für die ganze Luftschichte zwischen Gebirgsrandzone und Hochsteppe im Winter viel zu hohe barometrische Mitteltemperaturen ergibt, das heißt, daß der Luftdruck in den kalten Monaten in Pamirski Post höher sein muß als er nach der Temperaturabnahme mit der Höhe sein dürfte. Nimmt man aber andrerseits an, daß die Temperaturabnahme in der freien Atmosphäre im Mittel der für freie Gebirgslage berechneten entspricht, so erhält man für den als Ursache der winterlichen Druckstörung auf der Hochsteppe angenommenen und zweifellos bestehenden See kalter Luft entweder eine viel zu große Tiefe oder bei geringerer Tiefe eine viel zu niedrige Mitteltemperatur.

Es liegt nahe, die Luftdruckstörung auf der Hochsteppe als Effekt eines anderen Vorganges aufzufassen, der durch nebenstehendes Schema verdeutlicht werden soll. Im Winter tritt über den Niederungen eine Schrumpfung der Luftmassen durch Abkühlung ein. Bezeichnet man im Winter den Luftdruck auf der Hochsteppe mit B, so liegt die entsprechende Fläche gleichen Druckes über der Niederung in einem tieferen als dem Hochsteppenniveau. Aber ein derartig dauernder Druckunterschied kann auch nur durch die Wirkung der Randgebirge und durch niedrigere Temperaturen über der Hochsteppe erklärt werden. Ohne Randgebirge müßte sich der Druckunterschied ebenso rasch ausgleichen wie in jedem anderen Gebirge, da ja genügend Zeit für diesen Ausgleich vorhanden ist. Ferner muß man annehmen, daß in der Höhe über der Hochsteppe, in der durch die isobare Fläche b angedeuteten Höhe, sich die Druckunterschiede tatsächlich ausgleichen und in noch größerer Höhe sogar in umgekehrter Richtung wirksam werden. Das heißt aber nichts anderes, als daß über der Hochsteppe die dem Druckunterschied $B - b$ entsprechende Luftschichte von der Höhe $h < H$ eine niedrigere Mitteltemperatur haben muß als die Schichte H über der Niederung. Die Berücksichtigung des Schrumpfungsvorganges über der Niederung als Ursache des Druckunterschiedes im Niveau der Hochsteppe führt also ebenfalls zur Annahme eines durch die Randgebirge bedingten Kaltluftsees auf der Hochsteppe. Eine andere Frage ist die, ob der primär durch thermische Ursachen bewirkte Drucküberschuß der Hochsteppe nicht sekundär durch dynamische Faktoren verstärkt wird (Zuströmen von Luft und Stauung derselben in der Höhe über der Hochsteppe). Vielleicht ist ein Teil der Luftdruckstörung auf der Hochsteppe hiedurch zu erklären. Aber eine andere Annahme liegt näher.

Fig. 4.



Da die von uns angenommene Ursache für den im Winter zu hohen Luftdruck auf der Hochsteppe — ein See kalter Luft — zweifellos wirksam ist, andrerseits aber die Berechnung der Dimensionen und der Mitteltemperatur dieses Kaltluftsees zu unmöglichen Werten führt, so ist eben unsere Grundannahme unzulässig, daß nämlich in der freien Atmosphäre die vertikale Temperaturschichtung identisch sei mit der für das Gebirge berechneten; die wirkliche Mitteltemperatur der Luftschichte zwischen Ebene und Hochsteppe liegt dann zwischen den barometrisch berechneten und den für das Gebirge abgeleiteten Werten. Dann vermindert sich natürlich der Betrag der Luftdruckstörung auf der Hochsteppe und es ergeben sich bereits mögliche Werte der Tiefe und Temperatur des Kaltluftsees auf der Hochsteppe, wenn man für die freie Atmosphäre das Mittel aus den barometrisch berechneten und den nach Irkeschtam für das Gebirge abgeleiteten Werten nimmt.

Eine genauere Festlegung der Mitteltemperaturen, zum Beispiel durch die Bedingung, daß der Betrag der Luftdruckstörung im Winter 2 *mm* nicht übersteigen darf, würde viele willkürliche Annahmen notwendig machen, ohne daß dabei vertrauenswürdigere Werte herauskommen, als wenn man, wie oben erwähnt, das Mittel aus den barometrisch bestimmten und den Gebirgswerten nimmt. Wenn man annimmt, daß über der Hochsteppe im Winter bis in eine Höhe von zirka 5000 *m* die Luft ungefähr um 5° kälter ist als zwischen 3640 *m* und 5000 *m*, wird man sich von der Wahrscheinlichkeit nicht allzuweit entfernen.

---

[1] Für November und Dezember ergibt die Berechnung ein noch ungünstigeres Resultat, da die Luftdruckstörung in diesen Monaten noch beträchtlicher ist als im Jänner.

Für uns ist ein anderer Schluß, der uns zum Ausgangspunkt dieser Betrachtungen zurückbringt, wesentlicher. Da im Sommer die barometrisch berechneten und die nach Samarkand-Irkeschtam abgeleiteten Mitteltemperaturen übereinstimmen, während im Winter letztere niedriger sind, ergibt sich, daß im Jahresmittel das Gebirge kälter sein muß als die freie Atmosphäre. Eine genaue Kenntnis der tatsächlichen Temperaturen in der freien Atmosphäre ist für diesen Schluß nicht wesentlich; innerhalb der angegebenen Grenztemperaturen aber müssen die Temperaturen der freien Atmosphäre liegen.

Um zu einer rohen Schätzung zu gelangen, wie groß der Temperaturüberschuß der freien Atmosphäre über Gebirge und Hochsteppe in gleicher Höhe im Jahresdurchschnitt ist, legt man die für Samarkand-Pamirski Post berechneten Werte für die Sommermonate unkorrigiert zugrunde, während man für die Wintermonate mit Rücksicht auf die Luftdruckstörung in Pamirski Post das Mittel aus den barometrisch berechneten und den für das Gebirge abgeleiteten Werten (Tabelle p. 42) für die freie Atmosphäre nimmt. Diese derart kombinierten Mitteltemperaturen der freien Atmosphäre geben sicher noch zu niedrige Werte, also einen zu geringen Wärmeüberschuß der freien Atmosphäre, da die mit ihnen durchgeführte Berechnung der Luftdruckstörung auf der Hochsteppe für diese immer noch größere Werte ergibt als wahrscheinlich ist.

Der Gegensatz Freie Atmosphäre — Gebirge — Hochsteppe ergibt sich dann übersichtlich aus der nebenstehenden Tabelle, in der die Temperaturen für die Mittelhöhe (2179 *m*) und die Höhe der Hochsteppe selbst — (3640 *m*) mitgeteilt sind. Der Temperaturgang in 3640 *m* Höhe ist außerdem graphisch dargestellt (Fig. 5).

Tabelle 11.

Temperatur in 2179 *m*

(Mitteltemperatur der Luftschichte Samarkand — 3640 *m*).

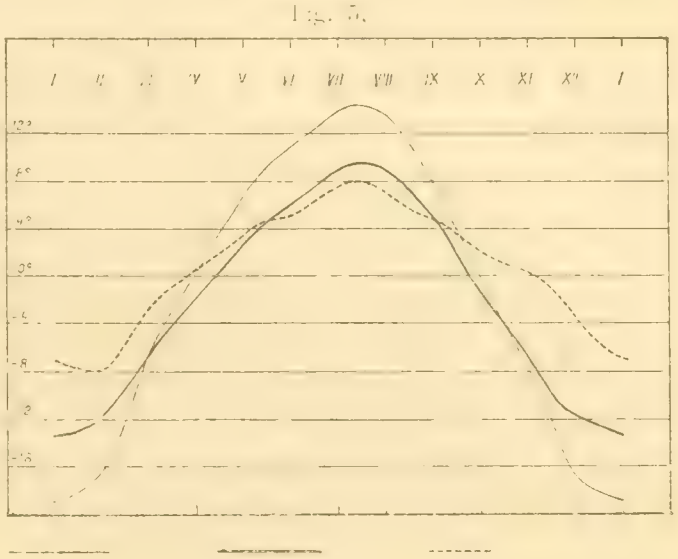
	Jänner	März	Mai	Juli	September	November	Jahr	Jahresschwankung
Samarkand — Hochsteppe	− 9·6	0·5	13·3	19·7	13·3	− 0·5	6·0	29·3
Samarkand — Gebirge	− 7·0	0·6	11·3	17·2	11·9	− 0·3	5·6	24·2
Barometrisch und korrigiert	− 3·6	2·6	11·7	16·6	12·0	3·5	7·0	20·2
Temperatur in 3640 *m*								
Hochsteppe	− 18·7	− 6·7	6·9	13·9	7·9	− 7·9	− 1·1	32·6
Gebirge	− 13·5	− 6·7	2·7	8·9	5·2	− 7·2	− 1·9	22·5
Freie Atmosphäre.....	− 7·1	− 2·6	3·5	7·6	5·3	0·4	0·9	15·4

Nach der ganzen Art der Berechnung ist auf den zahlenmäßigen Betrag der auftretenden Unterschiede natürlich kein großer Wert zu legen; es handelt sich nur um Richtung und Größenordnung der Unterschiede.

Ergebnis: Im Jahresmittel ist die freie Atmosphäre in 3640 *m* Höhe um 2 bis 3° wärmer als das Gebirge, um zirka 1° wärmer als die Hochsteppe. Die Hochsteppe ist im Sommer, die freie Atmosphäre im Winter wärmer als das Gebirge. Der Einfluß der Massenerhebung besteht im wesentlichen in einer Temperaturerniedrigung gegenüber der freien Atmosphäre, die durch den geringen Wärmeüberschuß des Gebirges im Sommer bei weitem nicht kompensiert wird. Erst der Übergang des Gebirges in die Hochsteppe bringt neben einer Zunahme der winterlichen Abkühlung eine unverhältnismäßig bedeutendere Zunahme der sommerlichen Erwärmung, so daß gegenüber der Hochsteppe sich der Wärmeüberschuß der freien Atmosphäre wesentlich vermindert.

Mit der am Beginn dieses Abschnittes erwähnten Tatsache, daß Luftströmungen, die durch das Gebirge zu Vertikalbewegungen gezwungen werden, die Temperatur im Gebirge gegenüber der freien Atmosphäre herabsetzen müssen, hat das eben gefundene Resultat nichts zu tun. Im turkestanischen Gebirge sind Luftströmungen nicht lokaler Entstehung überhaupt selten, was eine wesentliche Vereinfachung, zum Beispiel den Alpen gegenüber, bedeutet. Man kommt vielmehr zu folgender Vorstellung: Im Winter ist das Gebirge sozusagen in einen Mantel kalter Luft gehüllt, die durch Ausstrahlung des Bodens, Berührung mit dem erkalteten Boden und Strahlung gegen denselben die niedrige Temperatur annimmt und dann längs der Hänge in die Täler und in die Niederung abfließt. Da aber die zum Ersatz nachfließende Luft ebenfalls abgekühlt wird, haben wir im Winter die erwähnte Umhüllung des Gebirges mit kalter Luft. Wo letztere am Abfließen verhindert ist, wie im Gebiet der Hochsteppe, kommt die abkühlende Wirkung des Gebirges besonders prägnant zum Ausdruck. Im Sommer finden wir, wenigstens tagsüber, einen Mantel warmer Luft in aufsteigender Bewegung. Aber wie zum Beispiel die Unterbrechung des Temperaturanstieges auf der Tuptschecker Hochfläche durch den Talwind sehr deutlich beweist, wird dabei auch die kühle Luft der freien Atmosphäre gegen die Gebirgshänge transportiert. Außerdem schmiegt sich erwärmte aufsteigende Luft dem Gehänge nicht so an wie die kalte absteigende Luft. Infolgedessen ist der sommerliche Wärmeüberschuß nicht so groß wie das winterliche Wärmedefizit des Gebirges.

Die im Jahresmittel abkühlende Wirkung der Massenerhebung gibt sich also auch zu erkennen, wenn wir die Mitteltemperaturen fixer Punkte im Gebirge und auf der Hochsteppe mit gleicher Höhe der freien Atmosphäre vergleichen und dabei von der Vertikalbewegung der erkalteten, beziehungsweise erwärmten Luft absehen. Aber nicht nur mit Rücksicht auf die Ungenauigkeit der berechneten Temperaturen darf diesem Resultat keine zu allgemeine Bedeutung beigemessen werden. Leh repräsentiert zum Beispiel eine Örtlichkeit, in der die sommerliche Erwärmung so groß ist wie auf der Hochsteppe. Aber die kalte Luft im Winter stagniert nicht, so daß die Wintertemperaturen in Leh mit jenen des Gebirges übereinstimmen. Es resultiert — bei Reduktion von Leh auf Breite und Höhe von Pamirski Post — eine Jahrestemperatur von 1·5°, um 3·4° höher als freie Gebirgslage, um 2·6° höher als die Hochsteppe, um 0·6° höher als die wahrscheinliche Temperatur der freien Atmosphäre. Einen noch etwas größeren Temperaturüberschuß (+ 1·3°) über die freie Atmosphäre erhält man, wenn man Khorog 2105 *m* mit den für 2179 *m* berechneten Werten der freien Atmosphäre vergleicht. Das heißt, in Tallage, die sommerliche Überwärmung seh begünstigt, aber im Winter der erkalteten Luft das Abfließen ermöglicht, dürfte man im allgemeinen ein höheres Jahresmitel als in gleicher Höhe der freien Atmosphäre finden, während Täler mit ungenügendem Abfluß sich wie die Hochsteppe verhalten. Man kann infolgedessen zusammenfassend sagen: Freie Gebirgslage (Hänge und Gipfel) sind im Jahresmittel kälter, ventilierte Täler wärmer als die freie Atmosphäre. Hochsteppen vom Typus II (ohne Randgebirge, siehe Fig. 3 p. 47) verhalten sich wahrscheinlich wie ventilierte Täler, während Hochsteppen mit Randgebirgen (Typus I) und nicht ventilierte Täler kälter sind als die freie Atmosphäre. Die Tatsache, daß im allgemeinen die abkühlende Wirkung der Gebirge überwiegt, wird durch die Unterschiede, die sich aus den morphologischen Verhältnissen ergeben, nicht berührt.



Jährlicher Gang der Temperatur in 3640 *m*.
——— Hochsteppe.
——— Gebirge.
..... Freie Atmosphäre.

Die Massenerhebung eines Gebirges kann ohne Rücksicht auf einzelne Kämme und Täler morphologisch als eine Hochfläche vom Typus II angesehen werden. Da überdies in jedem Gebirge die meisten Stationen in Tälern liegen, ergibt sich bei Reduktion der beobachteten Temperaturen auf ein einheitliches Niveau notwendigerweise eine Zunahme der Temperatur von der Gebirgsperipherie gegen die zentralen Gebiete, eine Tatsache, die in letzter Linie darauf zurückzuführen ist, daß die peripheren Gebiete und Täler tiefer liegen als die zentralen und damit gewissermaßen der Zielpunkt

der aus den höheren Gebieten abfließenden erkalteten Luft sind. Liegen jedoch im zentralen höchsten Gebiet die Verhältnisse derart, daß die kalte Luft nicht abfließen, sondern im Abkühlungsgebiet gesammelt wird (Hochsteppe mit Randgebirgen, Pamire), so wird der Einfluß der Massenerhebung überkompensiert und selbst trotz stärkster Erwärmung im Sommer resultiert gegenüber der freien Atmosphäre ein Wärmedefizit. Die Pamirhochsteppe realisiert so weit als möglich den in Kettengebirgen unmöglichen Idealfall, daß der Einfluß der Bodentemperatur auf die Lufttemperatur an Ort und Stelle voll zum Ausdruck kommt; sie zeigt den Einfluß der Massenerhebung am reinsten und nur aus diesem Grund wurde diesen Betrachtungen ein so breiter Raum eingeräumt. Infolge der rascheren Zunahme der Wärmeausstrahlung mit der Höhe als der Einstrahlung wirkt Massenerhebung durchschnittlich abkühlend auf die Luft und nur der Umstand, daß die produzierte kalte Luft in die Tiefe sinkt, läßt die Lufttemperatur im Gebiet der Massenerhebung höher erscheinen als die Lufttemperatur in gleicher Höhe der freien Atmosphäre. Damit erklärt sich der scheinbare Widerspruch der am Beginn dieses Abschnittes erwähnten Tatsachen, wobei bemerkt sei, daß die außer Betracht gebliebenen allgemeinen Luftströmungen, die durch das Gebirge zum Auf- und Absteigen veranlaßt werden, den Temperaturüberschuß der freien Atmosphäre über die Massenerhebungen nur vergrößern können.

Nicht ohne Interesse ist die Amplitude des jährlichen Temperaturganges in der Höhe von 3640 *m*: Hochsteppe 32·6°, Leh (reduziert) 25·5°, Gebirge 22·5°, freie Atmosphäre 15·4°. In der freien Atmosphäre ist demnach die Jahresschwankung der Temperatur nicht mehr einmal halb so groß, wie auf der Hochsteppe.

Gelegentlich der Berechnung des Höhenunterschiedes Samarkand—Pamirski Post aus den drei Terminmitteln jedes Monates (siehe Abschnit 13) wurden auch die barometrischen Mitteltemperaturen für alle Terminstunden berechnet. Nach den Terminmitteln zu schließen, betrug die Tagesschwankung der Temperatur in der Luftschichte Samarkand—Pamirski Post im Jahresdurchschnitt 1·5°, im April 0·9°, im September 2·0°. Diese Werte sind aber zu groß. Der Temperaturunterschied Hochsteppe — freie Atmosphäre macht sich nämlich auch im täglichen Gang geltend. Morgens ist — besonders in den kälteren Monaten — die Hochsteppe viel zu kalt, mittags ist sie — besonders im Sommer — viel zu warm. Man erhält deshalb fast in allen Monaten um 7 a. eine höhere Mitteltemperatur der ganzen Luftschichte als um 1 p., da morgens auf der Hochsteppe der Luftdruck höher, mittags niederer ist als in gleicher Höhe der freien Atmosphäre. Die wirkliche Tagesschwankung der Temperatur der ganzen 2921 *m* hohen Luftschichte kann aus diesem Grund kaum die Hälfte des berechneten Wertes erreichen.

Höhenlage der Isotherme von 0° in der freien Atmosphäre.

Wie bereits erwähnt, sind die für die freie Atmosphäre abgeleiteten Sommertemperaturen auch ihrem Betrage nach ziemlich verläßlich. Durch Verwendung der Temperaturgradienten zwischen Samarkand und 3640 *m* freier Atmosphäre kann man daher wenigstens für die Sommermonate und — weniger verläßlich — auch für den Jahresdurchschnitt die Höhenlage der 0°-Fläche über der Niederung angenähert berechnen und mit den für das Gebirge abgeleiteten Werten vergleichen.

Höhenlage der Isotherme von 0°.

	April	Mai	Juni	Juli	August	Septemher	Jahr
Freie Atmosphäre	3780	4300	4590	4880	4890	4790	3800
Gebirge	3300	4050	4600	5200	5400	4700	3250

Im Jahresmittel drückt die Massenerhebung die 0°-Fläche um zirka 500 bis 600 *m* herab. Im Juni und September liegt sie überall gleich hoch, im August liegt sie in der freien Atmosphäre um zirka 500 *m* niedriger als im Gebirge, aber die Jahresmittel lassen erkennen, daß sie dafür in den kältesten Monaten viel höher liegt. In zwei Monaten liegt sie niedriger, in acht Monaten höher,

in zwei Monaten gleich hoch wie im Gebirge. Um wie viel die Hochsteppe die 0°-Fläche gegenüber dem Gebirge hinaufrückt, läßt sich zwar nicht berechnen. Mit Rücksicht darauf, daß Irkeschtam und Pamirski Post nicht weit voneinander entfernt sind, darf man dabei an hohe Beträge nicht denken; die Überwärmung der Hochsteppe wird, wie bereits erwähnt, durch raschere Temperaturabnahme mit der Höhe ausgeglichen.

Temperaturgradienten über der Hochsteppe.

Unter der eben erwähnten Voraussetzung, die 0°-Fläche könne über der Hochsteppe nicht wesentlich höher liegen als im Gebirge, kann man zu einer Schätzung über den Betrag der Temperaturgradienten über der Hochsteppe gelangen, wenigstens in den wärmsten Monaten, da der Einfluß der Hochsteppe auf die Höhenlage der 0°-Fläche umso kleiner sein wird, je höher dieselbe im allgemeinen liegt.

Temperaturgradienten 3640 *m* — 0° Isotherme.

	Juni	Juli	August	September
Gebirge, Tagesmittel	0·60	0·55	0·49	0·47
Hochsteppe, Tagesmittel	1·11	0·86	0·77	0·72
» 7 a.	0·91	0·76	0·57	0·32
» 1 p.	1·51	1·18	1·08	1·29
» 9 p.	0·78	0·73	0·60	0·62

Bereits über der Tuptscheker Hochfläche haben sich im Sommer tagsüber adiabatische Gradienten für große Höhenintervalle ergeben. Über der Hochsteppe zeigt sich der stärkeren Überwärmung wegen diese Erscheinung noch prägnanter, besonders im Frühsommer, wo sogar im Tagesmittel — allerdings nur nach den drei Terminen — sich ein überadiabatischer Gradient ergibt. Ohne auf den ziffermäßigen Betrag ein besonders Gewicht zu legen, muß man doch schließen, daß über der Hochsteppe die Temperaturabnahme besonders im Frühsommer eine außerordentlich rasche ist. Je höher dann im Sommer die Erwärmung nach oben vorrückt, umso stabiler wird die Temperaturschichtung, obwohl in den heißesten Tagesstunden durchwegs überadiabatische Gradienten sich ergeben. Im September ist die 0°-Fläche in raschem Sinken begriffen, während die Luft unmittelbar über der Hochsteppe noch sehr stark erwärmt wird, nachts aber durch Ausstrahlung bereits sehr stark erkaltet, so daß sich morgens eine sehr langsame, mittags eine sehr rasche Temperaturabnahme ergibt. Da der Morgentermin im Sommer bereits in die Zeit rascherer Temperaturzunahme fällt, würde eine Berechnung des Tagesmittels aus 24stündigen Beobachtungen das Tagesmittel wohl erheblich herabdrücken, was den tatsächlichen Verhältnissen wahrscheinlich besser entsprechen, die rasche Temperaturabnahme in der warmen Tageshälfte jedoch unberührt lassen würde. Bei Besprechung der Niederschlagsbildung auf der Hochsteppe werden wir auf diese Gradientwerte noch einmal zurückkommen.

Unter Benützung der Werte, die sich für die Höhenlage der 0°-Fläche in der freien Atmosphäre einerseits, im Gebiet des Gebirges und der Hochsteppe andrerseits ergeben haben, kann man berechnen, in welchen Höhen sich im Sommer der Wärmeüberschuß der Hochsteppe gegenüber der freien Atmosphäre ausgleicht.

Ausgleichshöhe der Temperatur zwischen Hochsteppe und freier Atmosphäre.

Juni	Juli	August	September
4400	6100	7000	4900

Legt man diesen Zahlen auch nicht viel Gewicht bei, so sieht man doch, daß die Wirkung der Hochsteppe als Heizfläche im Sommer sich auf eine Luftschichte von 3 *km* Mächtigkeit über der

Hochsteppe erstreckt, wobei wir natürlich von der Wirkung allgemeiner Luftströmungen, die die erwärmte Luft aus dem Gebiet der Hochsteppe wegtransportieren, absehen. In ähnlicher Weise kann man ja im Winter, wo die Hochsteppe als Abkühlungsfläche wirkt, nicht abschätzen, wie viel abgekühlte Luft trotz der Randgebirge durch die Durchbruchstäler in die Tiefe fließt. Diese Luftmassen, die das Gebiet der Hochsteppe verlassen, müßte man berücksichtigen, wenn man die Wirkung der Hochsteppe als Heiz- und Abkühlungsfläche genauer diskutieren wollte. Hier kommt man aber zu Fragen, die derzeit auch einer noch so rohen quantitativen Betrachtung nicht unterzogen werden können.

Es könnte überhaupt unzulässig erscheinen, bei der Größe des Gebietes aus einem so wenig umfangreichen Beobachtungsmaterial weittragende Schlüsse zu ziehen. Wenn es sich nur um die Aufdeckung geringfügiger Unterschiede handeln würde, wäre dieses Bedenken sicher sehr gerechtfertigt. Aber in diesem von außen her so wenig gestörten Klimagebiet sind die Gegensätze, die lediglich aus der Verschiedenheit der Bodenoberfläche und der orographischer Verhältnisse resultieren, so groß, daß die Behandlung dieser Fragen sich von selbst aufdrängt. Die vielfache Verwendung berechneter statt beobachteter Temperaturwerte ist gewiß ein großer Übelstand, der aber im wesentlichen doch nur die zahlenmäßige Genauigkeit der Angaben herabmindert, die Richtung und die Größenordnung der festgestellten Unterschiede wenig berührt, da bei der Berechnung von Temperaturen und Extrapolationen die Rechenbasis immer so gewählt wurde, daß die resultierenden Unterschiede fast immer Minimalwerte sind.

Die Verwendung barometrisch ermittelter Temperaturen führt von selbst zur Erörterung der Luftdruckverhältnisse des Gebietes, an die sich Betrachtungen über die barometrische Höhenmessung in den turkestanischen Gebirgen anschließen werden.

12. Der jährliche und tägliche Gang des Luftdruckes.

Zur Untersuchung des jährlichen Luftdruckganges steht das Material der russischen Stationen, das aber weniger umfangreich und weniger verläßlich ist als das Temperaturmaterial, zur Verfügung. Material zur Betrachtung des täglichen Luftdruckganges liefern die russischen Jahrbücher nicht, obwohl die Auswertung der Barogramme zum Beispiel von Pamirski Post auch nur für wenige Jahre von erheblichem Werte wäre. Das wenige, was unter diesen Umständen über den täglichen Luftdruckgang gesagt werden kann, stützt sich deshalb auf Registrierung des Luftdruckes in unseren Standquartieren und auf die Schlüsse, die aus den Terminbeobachtungen in Pamirski Post gezogen werden können.

Jährlicher Gang des Luftdruckes.

Das ganze Gebirge liegt in einem Gebiete stärkster jährlicher Variation des Luftdruckes, hervorgerufen durch das winterliche, innerasiatische Luftdruckmaximum, das im Sommer durch ein Minimum abgelöst wird. Die Erwärmung vom Winter zum Sommer ist von einer bedeutenden Luftdruckerniedrigung in der Niederung begleitet, hervorgerufen durch den Abtransport mächtiger Luftmassen. In größeren Höhen wird aber diese dynamisch[1] bewirkte Druckerniedrigung in bekannter Weise durch die Erwärmung der Luftmassen zwischen Niederung und Höhe vermindert und bei genügender Höhe des oberen Niveaus auch überkompensiert, so daß sich in größeren Höhen der jährliche Gang des Luftdruckes gegenüber der Niederung umkehrt. Inwieferne diese Verhältnisse in unserem Gebiete realisiert sind und welche Höhe das neutrale Niveau darstellt, in welchem der Luftdruckgang der Niederung sich verkehrt, darüber orientiert die nachstehende Tabelle, in der der jährliche Luftdruckgang nach beobachteten und berechneten Werten in Abweichungen vom Jahresmittel dargestellt ist.

In der Niederung, in der Gebirgsrandzone, fällt der Luftdruck vom Jänner bis zum Juli um 10 bis 13 *mm*, je nach der Höhe der Station; Minimum im Juli, Maximum im Jänner, wobei aber der Druck im November und Dezember fast gleich hoch ist wie im Jänner.

[1] Dynamisch bewirkt deshalb, weil die Erwärmung der Luftmassen allein an und für sich den Luftdruck in der Niederung nicht erniedrigen würde.

Tabelle 12.

Jährlicher Gang des Luftdruckes.

Abweichung vom Jahresmittel.

Ort	Höhe	Jänner	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember	Jahresmittel
Taschkent	478	**+5·4**	+2·4	+1·3	+0·6	−2·4	−5·3	**−7·4***	−5·5	−2·7	+2·9	+4·9	+4·2	720·9
Margelan	576	**+4·8**	+3·2	+1·6	−0·1	−2·3	−5·0	−7·4*	−6·0	−1·3	+2·9	+4·7	+4·7	717·7
Samarkand	719	**+3·5**	+3·0	+0·9	+0·3	−2·1	−4·5	−6·1*	−4·5	−0·2	+3·0	+3·4	+3·1	701·0
Khorog	2105	+1·3	+2·1	+1·2	−0·4	−0·2	−1–9	−3·6*	−3·3	−1·3	+1·1	+2·4	**+2·8**	595·2
» 2000 *m*; berechnet	2000	−2·0*	−1·7	−1·0	+0·5	**+0·7**	−0·2	−0·9*	0·0	+1·9	**+2·7**	+1·2	−0·7	599·6
Irkeschtam	2850	−4·0*	−4·0*	−3·3	−0·8	(−2·2)	(−2·2)	+1·1	+1·6	**+3·9**	+3·6	+3·6	+2·8	540·7
» berechnet	2850	−4·5*	−3·6	−1·9	−0·1	+2·0	+1·7	+1·6	+2·2	**+3·0**	+2·5	0·0	−2·6	540·0
Pamirski Post	3640	−3·5*	−3·2	−1·6	−0·6	+0·7	+0·9	+0·7	+0·9	**+2·2**	**+2·2**	+1·7	−0·7	491·8
» » berechnet	3640	−5·2*	−4·0	−2·7	+0·2	+2·3	+2·6	+2·6	+3·2	**+3·7**	−2·1	−1·2	−4·0	490·2
5500 *m* berechnet	5500	−8·5*	−7·6	−3·6	+0·4	+3·4	+4·5	+6·1	**+6·6**	+5·5	+2·3	−2·7	−6·5	385·6

(Taschkent 1897—1901; Margelan 1897—1903; Samarkand 1898—1902; Khorog 1897—1902; Irkeschtam 1897; Pamirski Post 1897—1901).

Dieser einfache Gang, dessen Zusammenhang mit dem jährlichen Temperaturgang klar liegt, beherrscht auch im wesentlichen noch die Höhe von 2105 *m*, wo in Khorog die Amplitude bereits auf 6·4 *mm* gesunken ist. Verhältnismäßig niedriger Druck im Jänner, hoher im Mai bereitet aber selbst in dieser durch extreme Tallage ausgezeichneten Station auf die Umkehrung des Luftdruckganges in größeren Höhen vor. Berechnen wir mit den für freie Gebirgslage abgeleiteten Temperaturgradienten den Luftdruckgang für die Höhe von 2000 *m*, so sehen wir sofort, daß Khorog dem oben erwähnten neutralen Niveau sehr nahe liegen muß und daß nur die Tallage störend sich bemerkbar macht.

In Irkeschtam, von dem nur einjährige, wenig verläßliche Beobachtungen vorliegen, weshalb ich den Luftdruckgang nach Taschkent berechnet habe, finden wir bereits einen dem Gange in der Niederung entgegengesetzten Verlauf; Minimum im Jänner, Maximum im September, Amplitude 7·5 *mm*. Die im Verhältnis zu Mai und August kleinen, positiven Abweichungen im Juni und Juli stellen einen Rest des Luftdruckganges der Niederung dar.

Pamirski Post, über das noch ausführlicher zu sprechen ist, zeigt das gleiche Bild. Daß das Maximum im September und nicht im wärmsten Monat auftritt, ist ein Überbleibsel des in der Niederung beobachteten Luftdruckganges, das verschwindet, wenn wir mit Hilfe der früher abgeleiteten Temperaturgradienten den Luftdruck in 5500 *m* Höhe (nach Taschkent) berechnen; in dieser Höhe fällt das Minimum auf den Jänner, das Maximum auf den wärmsten Monat, den August. Der jährliche Gang ist dem in der Niederung beobachteten vollständig entgegengesetzt, die Amplitude, 15·1 *mm*, bereits größer als in der Niederung.

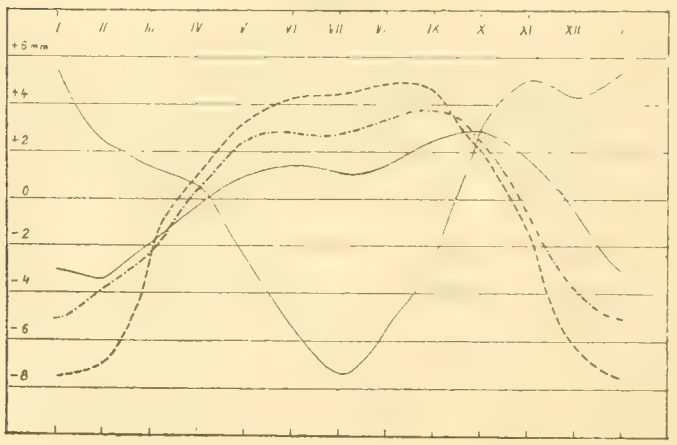
Wie bekannt, setzt sich der Luftdruckgang in der Höhe zusammen aus der allgemeinen Druckschwankung, die wir in der Niederung finden und in der Höhe im Verhältnis des Luftdruckes in der

Höhe zum Luftdrucke in der Niederung vermindert ist, so wie aus der von Hann als »thermische Druckschwankung« bezeichneten Druckänderung, die durch die Temperaturänderungen in den Luftmassen unterhalb der Höhenstation bewirkt wird.

Bei Betrachtung des Luftdruckganges in Pamirski Post haben wir jedoch noch eine dritte Komponente zu beachten, die auf den Luftdruckgang Einfluß nimmt und als Wirkung der Hochsteppe samt ihren Randgebirgen betrachtet werden muß.

Wenn wir den Luftdruckgang in Irkeschtam mit dem beobachteten Luftdruck in Pamirski Post vergleichen, so fällt sofort der verhältnismäßig geringe Betrag der Amplitude in Pamirski Post auf (5·7 *mm* gegenüber 7·5 *mm* in Irkeschtam, während wir nach der Theorie [1] in Pamirski Post eine größere Amplitude finden müßten. Da sich bereits bei Diskussion der barometrischen Mitteltemperatur der Schluß ergeben hat, daß der Luftdruckgang auf der Hochsteppe stark gestört sein muß, habe ich den Luftdruckgang in 3640 *m* unter Zugrundelegung der für das Gebirge ermittelten Temperaturgradienten berechnet. Der Tabelle ist zu entnehmen, daß die Differenzen zwischen beobachteten und berechneten Werten in den extremen Jahreszeiten sehr beträchtlich sind und daß auch im Jahresmittel der beobachtete Luftdruck auf der Hochsteppe zu hoch ist. Im Winter ist der beobachtete Luftdruck zu hoch, was durch den zu niedrigen Luftdruck des Sommers nicht ganz ausgeglichen wird.[2]

Fig. 6.



Jährlicher Gang des Luftdruckes (1897—1900)

— —— Taschkent ——— Pamirski Post.

– – – – – – – Pamirski Post, berechnet nach Taschkent mit beobachteten Temperaturen.

—·—·—·— Pamirski Post, berechnet nach Taschkent mit den für Gebirgslage berechneten Temperaturen.

Die Auffassung, daß die thermische Druckschwankung auf den Luftdruckgang in Pamirski Post nur unvollkommen Einfluß nimmt, indem die Lage auf den weiten, von Gebirgen umschlossenen Hochsteppen das durch Temperaturänderungen bedingte Schrumpfen und Anschwellen der Luftmassen unterhalb des Niveaus der Hochsteppe auf letztere selbst nicht in vollem Betrage wirksam werden werden läßt, wurde bereits angedeutet (p. 51). Aber das ist nur eine andere Beschreibung der Wirkung, die durch den Einfluß der abnormen Temperaturverhältnisse auf und ober der Hochsteppe erzeugt wird.

Die Abweichungen des berechneten vom beobachteten Luftdruck kommen dadurch zustande, daß durch die Ansammlung kalter Luft im Winter, durch die Auflockerung und seitliches Abfließen der erwärmten Luft im Sommer die Hochsteppe ein eigenes lokales Luftdrucksystem erzeugt, das neben der allgemeinen und der thermischen Druckschwankung als dritte Komponente auf den jährlichen Luftdruckgang Einfluß nimmt. Gegenüber freier Gebirgslage und freier Atmosphäre liegt über der Hochsteppe im Winter ein Luftdruckmaximum, im Sommer ein Luftdruckminimum.

Die Hochsteppe erzeugt also ein eigenes Drucksystem, das den Luftdruck in gleichem Sinne beeinflußt wie die allgemeine, für Innerasien charakteristische Druckschwankung, der thermischen Druckschwankung jedoch entgegengesetzt ist.

[1] Nach der Theorie nimmt die Amplitude zunächst mit der Höhe ab, bis jenes neutrale Niveau erreicht ist, in dem der Gang der Niederung sich verkehrt. In diesem Niveau — in unserem Falle zirka 2000 *m* — ist die Amplitude am kleinsten, nimmt aber dann mit wachsender Höhe wieder zu. Irkeschtam liegt zirka 800, Pamirski Post zirka 1600 *m* oberhalb des neutralen Niveaus.

[2] Auf Seite 50 wurde aus den beobachteten und berechneten Luftdruckwerten geschlossen, daß die positive Störung im Winter viel beträchtlicher ist als die negative im Sommer. Wenn man aber den Luftdruckgang in Abweichungen vom Jahresmittel darstellt, verteilt sich die Störung gleichmäßiger auf Winter und Sommer, da das berechnete Jahresmittel erheblich niedriger ist als das beobachtete.

Der Unterschied zwischen beobachtetem und berechnetem Luftdruckgang wäre übrigens noch viel größer, wenn wir den Luftdruckgang in 3640 *m* mit Benützung der tatsächlich in Pamirski Post beobachteten Temperaturen berechnet hätten. In Figur 6 ist dieser berechnete Gang durch die gestrichelte Linie dargestellt. Wir legen aber damit der Luftschichte unterhalb der Hochsteppe im Winter eine viel zu niedrige, im Winter eine zu hohe Mitteltemperatur bei. Ich erwähne diesen Umstand nur, um zu zeigen, daß bei Berechnung der Luftdruckstörungen auf der Hochsteppe sehr vorsichtig verfahren wurde. Unseren Betrachtungen wurde nur die strichpunktierte Kurve der Figur zugrunde gelegt, die nach Art ihrer Berechnung den Luftdruck über Irkeschtam in 3640 *m* Höhe sehr genau darstellen muß, bis auf eine in allen Jahreszeiten sehr geringfügige Isobarenkorrektion. Die Randgebirge verursachen den Druckunterschied und verhindern natürlich auch den Ausgleich durch Luftströmungen, die sich nur in den Durchbruchstälern entwickeln können.

Das neutrale Niveau, das heißt jene Höhe, in der der Jahresgang der Niederung sich verkehrt, ist nach den Beobachtungen in Khorog in einer Höhe von zirka 2500 *m* zu suchen. Aber Khorog ist eine Talstation mit enorm hoher Sommer- und relativ sehr niedriger Wintertemperatur. Wie die für 2000 *m* mit den Gebirgstemperaturen berechneten Luftdruckwerte beweisen, liegt im allgemeinen die neutrale Zone bereits bei zirka 2000 *m*. Die Amplitude wird nicht Null, sondern beträgt immerhin noch 4·7 *mm*. Charakteristisch ist aber für diese neutrale Zone ein Luftdruckgang mit doppelter Jahresperiode, ein Mischtypus zwischen Niederung und Höhe, in dem die Maxima und Minima sowohl der Niederung wie der Höhe in freilich sehr abgeschwächtem Betrage zum Ausdruck kommen. In Spuren ist diese doppelte Jahresperiode auch im beobachteten Gange von Khorog noch zu erkennen.

Täglicher Gang des Luftdruckes.

Das auf unserer Reise gewonnene Registriermaterial ist naturgemäß sehr wenig umfangreich, was durch die große Konstanz der Witterung und des Luftdruckganges soweit ausgeglichen wird, daß wenigstens der Unterschied des Luftdruckganges zwischen der Hochfläche Tuptschek und den Tälern in den Grundzügen hervortritt. Da nach Beendigung unserer Reise der Barograph von meinem Freunde Ch. Rahwing in Samarkand während einiger Monate in Tätigkeit gehalten wurde, konnte ich auch den Luftdruckgang in der Gebirgsrandzone zu einem orientierenden Vergleich benützen.

Tabelle 13.

Täglicher Gang des Luftdruckes.

Abweichung vom Tagesmittel.

Ort	Höhe	Mn.	2 a.	4 a.	6 a.	8 a.	10 a.	Mttg.	2 p.	4 p.	6 p.	8 p.	10 p.	Max.	Min.
Samarkand .	719 *m*	–0·04	–0·14	–0·21*	–0·07	+0·28	**+0·40**	+0·33	+0·04	–0·22	–0·24*	–0·15	**+0·08**	10 a.	5 p.
Surchobtal . .	1600 *m*	+0·13	+0·14	+0·27	+0·70	+0·95	**+1·14**	+0·53	–0·29	–0·97	–1·34*	–1·01	–0·29	10 a.	6 p.
Paschimgar .	2660 *m*	–0·06	–0·06	–0·06	+0·11	+0·86	**+0·99**	+0·29	–0·18	–0·74*	–0·74	–0·44	–0·23	9 a.	5 p.
Kulika	2822 *m*	–0·11	–0·12	–0·12	–0·07	+0·28	**+0·83**	+0·39	+0·08	–0·26	–0·37*	–0·29	–0·14	10 a.	7 p.
Tuptschek . .	3150 *m*	–0·16	–0·22	–0·27*	–0·19	+0·19	**+0·30**	+0·27	+0·19	+0·05	–0·01	–0·08	–0·09	10 a.	5 a.

Gleichung des täglichen Ganges.

Samarkand . . . . . 0·135 sin (325° + x) + 0·251 sin (143° + 2 x)
Paschimgar . . . . . 0 604 sin (334° + x) + 0·388 sin (144° + 2 x)
Kulika . . . . . 0·364 sin (309° + x) + 0·238 sin (133° + 2 x)
Tuptschek . . . . . 0·244 sin (260° + x) + 0·110 sin (142° + 2 x).

Die Zahlenwerte der Tabelle sind für Samarkand aus 30 Tageskurven (Mai—Juni 1914), für das Surchobtal aus 3, Paschimgar (Chingobtal) aus 6, Kulika (Ob. Schaklisutal, 330 *m* tiefer als Tuptschek) aus 6, für Tuptschek aus 12 Tagen abgeleitet. Samarkand repräsentiert freie Lage in der Gebirgsrandzone, Surchobtal und Paschimgar typische Tallage zwischen

sehr hohen Gebirgen, letztere 3000 bis 3500 *m* höher als die Talsohle; Kulika ein Gebirgstal mit viel niedrigerer Gebirgsumrahmung; Tuptschek mit Rücksicht auf die geringe Ausdehnung der Hochsteppe freie Lage am Gebirgshange (nur bezüglich des Luftdruckes).

Die berechneten Gleichungen des täglichen Ganges zeigen eine mit Rücksicht auf die kleine Zahl von Beobachtungen überraschend gute Übereinstimmung bezüglich der Phasenwinkel der doppelten Tagesschwankung, während die Amplituden nicht befriedigen. Die geringe Zahl von Beobachtungen letztere dazu nicht gleichzeitig, gibt eine genügende Erklärung.

Die ganztägige Oszillation, die direkt in Beziehung zum täglichen Wärmegang steht, ist den orographischen Unterschieden entsprechend in den einzelnen Örtlichkeiten sehr verschieden. In der Ebene, am Fuße des Gebirges ist sie klein, so daß im komplexen Gange die Doppelwelle überwiegt, während letztere in den Gebirgstälern äußerlich nicht zum Ausdruck kommt, weil die ganztägige Schwankung mit mächtiger Amplitude zur Haupterscheinung wird. In den Tälern steht, wie bekannt, die Amplitude der ganztägigen Schwankung in keiner Beziehung zur Seehöhe der Talsohle, wohl aber in Beziehung zur Höhe der das Tal einschließenden Gebirgsketten. Je höher letztere, um so größer wird die Amplitude. Hierin ist auch begründet, daß im Hochtal des Schaklisu (Kulika) die Amplitude um vieles kleiner ist als im Surchob- und Chingobtal.

Sieht man vorerst von der Hochfläche Tuptschek ab, so zeigt der komplexe Gang das Hauptmaximum übereinstimmend um 9—10 a., das Hauptminimum um 5—7 p. Die Zerlegung in beide Komponenten zeigt aber, daß die Extreme, soweit ihre Lage durch die ganztägige Schwankung bedingt ist, sich mit zunehmender Höhe verspäten, eine in allen Gebirgen wohlbekannte Erscheinung.

Der komplexe Gang in Tuptschek erinnert an Gehänge- und mittelhohe Gipfelstationen der Alpen. Die Doppelschwankung ist äußerlich unmerklich, die Amplitude gegenüber dem Tale vermindert, das Maximum wenig, das Minimum so weit verschoben, daß das Hauptminimum auf die Morgenstunden, auf die Zeit stärkster Abkühlung fällt. Gehänge- und mittelhohe Gipfelstationen stellen einen Mischtypus zwischen Tal und Hochgipfel dar. Das Maximum tritt in Tuptschek wie in den Tälern, das Minimum wie auf Gipfelstationen ein. Die Gleichung des täglichen Ganges zeigt jedoch, daß das Maximum der ganztägigen Schwankung gegenüber den Tälern erheblich verspätet ist.

Außerordentlich bezeichnend für den ausschlaggebenden Einfluß der orographischen Verhältnisse ist der große Unterschied zwischen Tuptschek und dem Steppental bei Kulika, obwohl die Höhendifferenz nur 330 *m*, die horizontale Entfernung nur zirka 15 *km* beträgt. Dabei ist die Forderung nach möglichst gleichzeitigen Beobachtungen bei diesem Staationspaar noch am besten erfüllt. Mit dem kurzen Aufstieg aus dem Tal auf die Hochfläche ist eine Verminderung der Amplitude um ein Drittel und eine Phasenverschiebung von 49° verbunden; letztere bewirkt den großen, äußerlichen Unterschied im täglichen Gang beider Stationen.

Stellen wir die Elemente des täglichen Ganges übersichtlich zusammen, so ergibt sich:

Komplexer Gang des Luftdruckes.

	Samarkand	Paschimgar	Kulika	Tuptschek
Eintrittszeit des Maximums	10 a.	9 a.	10 a.	10 a.
Minimums.....	5 p.	5 p.	7 p.	5 a.
Amplitude (Maximum und Minimum)	0·64	1·88	1·22	0·58

Ganztägige Schwankung.

Eintrittszeit des Maximums	8½ a.	8 a.	9½ a.	12½ p.
» Minimums	2½ p.	2 p.	3½ p.	6 p.
Amplitude (Maximum und Minimum)	0·28	1·20	0·72	0·48

Betreffs des täglichen Luftdruckganges auf der Hochsteppe ist man auf die Terminbeobachtungen in Pamirski Post angewiesen; sie genügen, um den Unterschied zwischen einer ausgedehnten

Hochsteppe und einer wenig ausgedehnten, freien Hochfläche wie Tuptschek aufzudecken. Wir bilden um auch Tallage in den Vergleich einzubeziehen, Tagesmittel für Paschimgar, Tuptschek und Pamirski Post aus den Terminmitteln (Juli und August) und vergleichen die Abweichung der Terminmittel vom Tagesmittel.

Abweichung des Luftdruckes vom Tagesmittel.

	7 a.	1 p.	9 p.	Amplitude
Paschimgar	+ 0·34	0·00	— 0·23	0·57
Tuptschek	— 0·05	+ 0·20	— 0·15	0·35
Pamirski Post	+ 0·63	— 0·52	— 0·12	1·15

Auf der Hochsteppe ist, nach den Terminmitteln beurteilt, nicht nur die Amplitude von außerordentlicher Größe, sondern es weicht der tägliche Gang auch gänzlich von jenem auf der Tuptscheker Hochfläche ab; er zeigt die typischen Merkmale des Luftdruckganges in Talstationen und ist dem Luftdruckgange alpiner Talkesselstationen wie Klagenfurt oder Bozen sehr ähnlich. Das heißt: Die Hochsteppe, auf der der jährliche Gang des Luftdruckes in den wesentlichen Punkten wie auf einem Berggipfel vor sich geht (mit verminderter Amplitude), verhält sich gegenüber den Faktoren, die den täglichen Gang des Luftdruckes bestimmen wie ein Kessel, der ringsum von Gebirgen umgeben ist. Die thermische Druckschwankung, bewirkt durch die Temperaturänderungen in der Luftschichte zwischen dem Niveau der Hochsteppe und der Niederung, die sich im jährlichen Gange noch sehr stark geltend macht, beeinflußt den täglichen Luftdruckgang auf der Hochsteppe anscheinend gar nicht mehr.

Infolge der starken Erwärmung der Luft über der Hochsteppe (Hebung der Flächen gleichen Druckes, Abfließen der Luft gegen die Randgebirge) entsteht tagsüber ein Luftdruckminimum über der Hochfläche, während die Umkehr dieser Vorgänge nachts ein kräftiges Morgenmaximum erzeugt. Da die Hochsteppe auch im Winter größtenteils schneefrei und die Tagesschwankung der Temperatur sehr bedeutend ist, so ist die Tagesschwankung des Luftdruckes auch im Winter sehr ausgeprägt (Jänner 0·9 *mm*, April 0·7 *mm*, Juli 1·2 *mm*, September 1·4 *mm*), durchaus abhängig von der Tagesschwankung der Temperatur, die im April am kleinsten, im September am größten ist.

Die Randgebirge der Hochsteppe sind relativ nicht so hoch wie die Gebirge um Paschimgar im obersten Chingobtal. Die bedeutend größere Amplitude in Pamirski Post steht deshalb zu der früheren Bemerkung, daß die Amplitude der ganztägigen Oszillation in Tälern in Beziehung zur Höhe der Gebirgsketten über dem Tale steht, im Widerspruch. Dieser Widerspruch ist aber nur scheinbar. Die Hochsteppe ist ein weites Beckengebiet, das nur durch einige enge Durchbruchstäler mit den Luftgebieten jenseits der Randgebirge in Verbindung steht und deshalb durch die tägliche thermische Druckschwankung, durch das Schrumpfen und Schwellen der Luftmassen über der Niederung fast gar nicht beeinflußt wird, da ein halber Tag viel zu kurz ist, um durch die engen Täler den Druckausgleich zu bewirken. Ein normales Talbecken aber wie bei Paschimgar steht durch das breite Tal selbst mit den Luftmassen über der Niederung in offener Verbindung; das Schwellen der erwärmten Luftmasse über der Niederung müßte Druckanstieg im hintersten Talkessel bewirken, wenn hier nicht seinerseits seitlicher Luftabfluß gegen die Berge in entgegengesetztem Sinne wirken würde. Die Hochsteppe kommt dem Idealfalle eines allseits geschlossenen, weiten Beckens viel näher als ein normales Talbecken.

Interdiurne Veränderlichkeit des Luftdruckes.

Gelegentlich anderer, noch nicht abgeschlossener Untersuchungen habe ich die interdiurne Veränderlichkeit des Luftdruckes in Taschkent und Pamirski Post nach fünfjährigen, korrespondierenden Beobachtungen berechnet und dabei die Luftdruckwerte um 7 a. zugrunde gelegt. Die berechneten Werte geben an, um welchen Betrag sich der Luftdruck durchschnittlich innerhalb 24 Stunden ändert; sie sind deshalb auch ein Maß für Häufigkeit und Intensität aperiodischer Luftdruckschwankungen. Es werden nur Jahreszeitenmittel und die extremen Monatsmittel mitgeteilt.

Entsprechend der Häufigkeit von Depressionen ist die Veränderlichkeit des Luftdruckes am größten im Winter und Vorfrühling (März), am kleinsten im Sommer. Um die Werte beider Stationen untereinander vergleichbar zu machen, muß man die Werte für Pamirski Post im Verhältnis

des Luftdruckes in Taschkent zum Luftdruck auf der Hochsteppe vergrößern. Diese auf die Höhe von Taschkent reduzierten Werte sind in der dritten Zahlenreihe der Tabelle enthalten.

Interdiurne Veränderlichkeit des Luftdruckes.

Ort	Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Jahr	März	Juli
Taschkent	**3·39**	2·87	1·48*	2·57	2·58	3·79	1·17
Pamirski Post	**1·92**	1·68	0·97*	1·27	1·46	2·21	0·85
„ „ , auf die Höhe von Taschkent reduziert	**2·84**	2·47	1·41*	1·85	2·14	3·27	1·23

Für die Alpen (Sonnblick und Salzburg) hat Hann gefunden, daß die Veränderlichkeit des Luftdruckes mit der Höhe genau im Verhältnis des Luftdruckes selbst abnimmt. Wir finden hier jedoch, daß die Veränderlichkeit des Luftdruckes in einem rascheren Verhältnis abnimmt. (Quotient Luftdruck Taschkent durch Luftdruck Pamirski Post = 1·47, Quotient Veränderlichkeit Taschkent durch Veränderlichkeit Pamirski Post = 1·77). Das heißt, aperiodische Luftdruckschwankungen, wie sie durch den Vorübergang von Depressionen erzeugt werden, und damit Depressionen selbst sind auf der Hochsteppe viel seltener als in der Niederung, in der Gebirgsrandzone. Daß tatsächlich Depressionen die Hochsteppe seltener heimsuchen, zeigt sich besonders schön darin, daß im Sommer, dem in Turkestan Depressionen fast ganz fehlen, der reduzierte Wert der Veränderlichkeit für Pamirski Post mit dem Wert für Taschkent völlig übereinstimmt, im Juli sogar um ein geringes größer ist. Daß die geringere Häufigkeit von Zyklonen auf der Hochsteppe gegenüber Taschkent nicht durch die um 4° niedrigere Breite, sondern durch die Massenerhebung, durch das Gebirge selbst, bedingt ist, geht daraus hervor, daß in Aschabad, in gleicher Breite wie Pamirski Post, 225 *m* hoch, die Veränderlichkeit des Luftdruckes trotz des Breitenunterschiedes gleich groß ist wie in Taschkent (Aschabad Jahresmittel 2·78, Winter 3·68, Sommer 1·72, die Werte sogar größer wie in Taschkent, aber letzteres liegt um 250 *m* höher). Man muß den Schluß ziehen, daß die Depressionen dem Gebirge wenigstens im Winter ausweichen, wobei das winterliche Luftdruckmaximum auf der Hochsteppe vielleicht von Einfluß ist.

In den wesentlichen Zügen ist damit der Einfluß der Hochsteppe auf die Luftdruckverhältnisse klargestellt. Die ganze Erörterung hat insofern auch einigen praktischen Wert, als bisher alle Höhenbestimmungen im turkestanischen Gebirge sich auf Luftdruckbeobachtungen gründen. Daß aber barometrische Höhenbestimmungen in diesem Gebiete nur unter ganz bestimmten Voraussetzungen Resultate von hinreichender Genauigkeit liefern, soll im folgenden Abschnitt gezeigt werden.

13. Die barometrische Höhenmessung in zentralasiatischen Gebirgen; Berechnung der Höhen von Pamirski Post und Tuptschek.

Bei barometrischer Berechnung der Höhendifferenz zweier Örtlichkeiten wird gewöhnlich mangels genauerer Daten das arithmetrische Mittel aus den Temperaturbeobachtungen an den beiden Stationen als konstante Mitteltemperatur des ganzen, in Betracht kommenden Höhenintervalles eingeführt. Diese Methode gibt nur unter der Voraussetzung genaue Werte der Höhendifferenz, daß die längs der Bodenerhebung herrschenden Temperaturen mit den in gleicher Höhe der freien Atmosphäre herrschenden Temperaturen übereinstimmen. Ergibt die oben erwähnte rohe Mittelbildung aus zwei Ablesungen eine zu hohe Mitteltemperatur, so ergibt die Berechnung eine zu große, im umgekehrten Falle eine zu kleine Höhendifferenz.

In Gebirgen, in welchen die längs der Gebirgshänge beobachteten Temperaturen von jenen in gleicher Höhe der freien Atmosphäre stark abweichen, zeigen deshalb die für ein bestimmtes Stationspaar

berechneten Höhendifferenzen einen jährlichen und täglichen Gang. Da für das in Betracht stehende Gebirge besonders in dem Hochsteppengebiete sich bedeutende Temperaturunterschiede zwischen Bodenstationen und freier Atmosphäre ergeben haben, scheint mir eine Erörterung des jährlichen und täglichen Ganges der berechneten Höhenunterschiede um so mehr geboten, als in diesem Gebirge sich die Höhenmessung wohl noch geraume Zeit auf Luftdruckbeobachtungen stützen wird. Einerseits beleuchtet eine derartige Untersuchung die Genauigkeit der bisherigen Höhenbestimmungen, andrerseits orientiert sie den Reisenden über die Jahres-, beziehungsweise Tageszeit, in welcher Luftdruck- und Temperatur beobachtungen eine möglichst genaue Ableitung der Höhenunterschiede zulassen. Ich bedauere zum Beispiel sehr, daß ich diese orientierende Untersuchung nicht vor Antritt unserer Expedition zu meiner eigenen Information durchgeführt habe.

Jährlicher Gang der Höhendifferenz Taschkent—Pamirski Post.

Die Berechnung wurde nach der ausführlichen Formel von Rühlmann durchgeführt, mit den Monatsmitteln des Luftdruckes, der Temperatur und des Dampfdruckes beider Stationen; die Schwerekorrektion wurde für mittlere Pol- und Seehöhe beider Stationen eingeführt; nicht berücksichtigt ist die als verschwindend klein anzusehende Isobarenkorrektion.

Die Tabelle enthält neben den Höhendifferenzen auch die Mitteltemperaturen in zwei Angaben: Erstens das arithmetische Mittel der in beiden Stationen beobachteten Temperaturen (t_m), zweitens die nach einer früher erwähnten Umformung der Höhenformel berechnete sogenannte barometrische Mitteltemperatur (t_b), bei deren Berechnung der wahre Höhenunterschied beider Stationen natürlich als bekannt vorausgesetzt und nach den neuesten Angaben der russischen Jahrbücher zu 3162 *m* angenommen wurde. Das Verhältnis dieser barometrischen Mitteltemperatur zur wirklichen Mitteltemperatur der freien Atmosphäre im betrachteten Höhenintervall wurde bereits früher erörtert und spielt hier keine Rolle.

Tabelle 14.

Jährlicher Gang der Höhendifferenz (Δ h) Taschkent—Pamirski Post.

	Jänner	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember	Jahr
Δh	3046	3071	3146	3165	3188	3199	**3205**	**3207**	3183	3132	3067	3039*	3140
t_m	− 10·2	− 6·9	0·7	7·0	13·5	18·0	20·7	19·3	13·7	6·0	− 0·9	− 7·2	6·2
t_b	0·6	1·8	4·7	8·0	12·8	16·5	18·2	16·7	13·4	9·8	7·1	4·5	9·4
$t_m - t_b$	− 10·8	− 8·7	− 4·0	− 1·0	+ 0·7*	+ 1·5	+ 2·5	+ 2·6	+ 0·3*	− 3·8	− 8·0	− 11·7	− 3·2

Wie die Tabelle zeigt, geben die Monatsmittel des Luftdruckes mit den beobachteten Temperaturen Höhenunterschiede, die um 168 *m* voneinander abweichen, bei genauester Berechnung. Je größer die Differenz $t_m - t_b$ ist, um so größer ist die Abweichung einer Höhendifferenz vom Jahresmittel. Aber auch letzteres erlaubt keine genaue Berechnung des Höhenunterschiedes, da die barometrische Mitteltemperatur des Jahres um 3° höher ist als die beobachtete, so daß der mit den Jahresmitteln des Luftdruckes berechnete Höhenunterschied zu klein ausfällt.

Eine genauere Berechnung des Höhenunterschiedes aus Monatsmitteln erlauben nur jene Monate, in welchen die Differenz $t_m - t_b$ ein Minimum wird. Mai und September sind deshalb am günstigsten. Als mittlere Höhendifferenz erhält man aus diesen zwei Monaten $\Delta h = 3186\ m$, Höhe von Pamirski Post = 3664 *m*, um 24 *m* mehr als die Angabe der russischen Jahrbücher. Da aber die Differenz in diesen beiden Monaten positiv ist, ist Δh und damit auch h etwas zu groß. Eine Korrektion kann mit Hilfe des Aprilwertes durchgeführt werden. Im April ist die Differenz $t_m - t_b = -1{\cdot}0°$, die mittlere

Differenz im Mai und September = + 0·5°. Gibt man bei der Mittelbildung aus allen drei Monaten dem Aprilwert halbes Gewicht gegenüber dem Mittel aus Mai und September, so erhält man $\Delta h = 3179\,m$, $h = 3657\,m$, um 17 m mehr als die Angaben der russischen Jahrbücher, um 39 m mehr als der aus den Luftdruckjahresmitteln berechnete Wert.

Man sieht gleichzeitig, daß die Sommermonate Juli und August zwar zu große, aber doch noch weitaus bessere Werte geben als die Wintermonate. Bei Reisen auf der Hochsteppe erlauben also Sommerbeobachtungen eine weit genauere Berechnung der Seehöhe als Wintermonate. Dies gilt zunächst nur für Monatsmittel des Luftdruckes und der Temperatur, und die normalen, eintönig gleichmäßigen Verhältnisse der Hochsteppe berücksichtigend, angenähert auch noch für Tagesmittel. Bei Reisen in diesen Gebirgen ist man jedoch selten in der Lage, an einem einzigen Orte ganze Serien von Beobachtungen auszuführen. Meist hat man die Höhe eines Punktes nach einer einzigen Messung des Druckes und der Temperatur zu berechnen, weshalb die Untersuchung des täglichen Ganges berechneter Höhenunterschiede wichtiger ist.

Der tägliche Gang der Höhendifferenz Samarkand–Pamirski Post.

Die Berechnung für die einzelnen Termine wurde in gleicher Weise durchgeführt wie für den Höhenunterschied Taschkent—Pamirski Post, nach fünf korrespondierenden Jahrgängen. Die Mitteltemperaturen t_m und t_b, habe ich nicht mehr in die Tabelle aufgenommen, sondern nur die Differenzen $t_m - t_b$, die allein von Bedeutung sind. Bezüglich des jährlichen Ganges, der sich leicht aus den Terminwerten konstruieren läßt, stimmt dieses Stationspaar mit Taschkent—Pamirski Post überein; die Monatsmittel April, Mai und September ergeben den wahrscheinlichsten Wert.

Tabelle 15.

Täglicher Gang der Höhendifferenz (Δ h) Samarkand–Pamirski Post.

		Jänner	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember	Jahr
Δh	7 a.	2788	2803	2834	2893	2922	**2933**	**2936**	2924	2889	2848	2801	2762	2861
	1 p.	2828	**2927**	2953	2991	3015	3026	3036	3036	3026	2987	**2921**	2888	2970
	9 p.	2820	2851	2877	2913	2922	**2932**	**2945**	2951	**2927**	2890	2829	2802	2888
Mitteltemperatur Samarkand– Pamirski Post; Differenz der beobachteten und barometrisch berechneten Mitteltemperatnr														
$t_m - t_b$	7 a.	− 13·1	11·8	9·3	− 3·9	1·4	**0·5**	**0·4**	1·4	4·5	− 8·**2**	− 12·4	− 15·8	− 6·9
	1 p.	− 2·6	− **0·3**	+ 2 0	+ 5·5	+ 7·6	+ 8·5	+ 9·4	+ 10·2	+ 8·8	+ 5·2	− **1·0**	− 3·8	+ 4·1
	9 p.	− 10·1	− 7·4	− 5·2	− 2·1	− 1·3	− **0·6**	+ **0·5**	+ 1·2	− **0·4**	− 4·2	− 9·6	− 11·9	− 4·3

Bildet man das Mittel aus den 36 Terminwerten, ergibt sich $\Delta h = 2906\,m$, während die neuesten russischen Angaben 2921 m ergeben. Uns interessiert nur der tägliche Gang. Die Morgenbeobachtung — Hochsteppe zu kalt — ergibt die niedrigsten Werte für Δh, der Mittagstermin die höchsten. Der Abendtermin gibt Werte, die im Hochsommer mit den Morgenwerten nahezu übereinstimmen. Die Unterschiede zwischen den Terminwerten des gleichen Monats, der tägliche Gang, ist sehr bedeutend, von gleicher Größenordnung wie der jährliche Gang. Berücksichtigung der kältesten Stunde des Tages statt des Morgentermines würde den täglichen Unterschied besonders im Sommer vergrößern.

Bei Berücksichtigung der kältesten Tagesstunde würden die Hochsommermonate die größten täglichen Unterschiede liefern.

Der tägliche Gang der berechneten Höhenunterschiede wird ebenfalls durch die Temperaturunterschiede zwischen Hochsteppe und freier Atmosphäre in gleicher Höhe erklärt. Ist die Differenz $t_m - t_b$ negativ, erhält man einen zu kleinen Wert des Höhenunterschiedes; ist sie positiv, erhält

man einen zu großen Wert. Die Differenz ist im Winter morgens und abends groß und negativ, im Sommer mittags groß, aber positiv. Die Morgen- und Abendbeobachtungen geben durchschnittlich einen zu kleinen, die Mittagsbeobachtungen einen zu großen Höhenunterschied.

Täglicher Gang der Höhendifferenz (nach Terminen).

Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Jahr	Jänner	September—Oktober
97 *m*	103	102	132	109	40	138

Um zu konstatieren, welche Terminstunden in den einzelnen Monaten die Berechnung eines zuverlässigen Wertes gestatten, haben wir nur jene Stunden zu beachten, in welchen die Differenz $t_m - t_b$ ein Minimum wird. Die in Betracht kommenden Werte sind fett gedruckt. Die Mittagsbeobachtung liefert nur im Februar und November brauchbare Werte, im Sommer und Herbst, also in der Hauptreisezeit, unbrauchbar hohe Werte. Die Morgenbeobachtung gibt im Juni und Juli sehr gute, etwas zu kleine Werte, die Abendbeobachtung gibt im Juni und September etwas zu kleine, im Juli und August etwas zu große Werte.

Den wahrscheinlichsten Wert erhalten wir im Juli durch Kombinierung des Morgen- mit dem Abendtermin, da die geringe, negative Temperaturdifferenz morgens durch die kleine positive Differenz abends gerade kompensiert wird. Das Mittel aus beiden Terminen ergibt $\Delta h = 2940\ m$. Da die Höhe der Beobachtungsstation in Samarkand mit 719 *m* angegeben wird, ergibt sich für Pamirski Post $h = 3659\ m$, bis auf 2 *m* mit dem Wert übereinstimmend, den wir nach Taschkent als den wahrscheinlichsten berechnet haben (3657 *m*).[1]

Im August ergibt die Kombinierung des Morgen- mit dem Abendtermin für Pamirski Post $h = 3656\ m$.

Es ergibt sich, daß gerade Sommerbeobachtungen im turkestanischen Gebirge eine sehr gute Grundlage für barometrische Höhenbestimmungen bilden, wenn die Beobachtungen zur Zeit des Morgen- oder Abendtermines gemacht werden, während Beobachtungen in den heißen Tagesstunden viel zu hohe Werte liefern; der Fehler kann mittags über 3% des Höhenintervalles betragen. Eine einzige Morgenbeobachtung liefert im Sommer den Höhenunterschied gegenüber einer Station der Gebirgsrandzone viel genauer, als noch so zahlreiche Mittagsbeobachtungen, während im September zum Beispiel Abendbeobachtungen den besten Wert liefern. Die Tabelle der Temperaturdifferenzen orientiert jeden, der die Pamirgebiete bereisen will, sofort darüber, in welcher Tagesstunde eines Monats er Luftdruck- und Temperaturbeobachtungen vornehmen soll, um eine verläßliche Grundlage für nachträgliche Höhenberechnungen zu erhalten.

Weiters sehen wir, daß es nichts Überraschendes hat, wenn die Höhenangaben der Reisenden in diesem Gebirge voneinander stark abweichen, selbst wenn die Beobachtungen mit großer Genauigkeit ausgeführt worden sind. Außerordentlich bedauerlich ist es aber auf jeden Fall, daß Pamirski Post und Irkeschtam seit geraumer Zeit den Luftdruck gar nicht mehr oder nicht genügend verläßlich beobachten. Die Ergebnisse der barometrischen Höhenmessung bei Reisen in diesem Gebirge würden um vieles besser sein, wenn man die Berechnung für große Höhe nach einer der genannten Stationen statt nach einer Station der Niederung durchführen könnte.

Die Angaben über die günstigste Jahres- und Tageszeit gelten zunächst nur für Gebiete, in welchen der jährliche und tägliche Gang der Temperatur jenem auf der Hochsteppe ähnlich ist. In den großen Tälern werden sich deshalb die gleichen Monate und Tagesstunden als die günstigsten erweisen und nur bei Messungen in freier Gebirgslage, besonders auf Berggipfeln, wird man weniger vorsichtig vorgehen können und unabhängiger von Jahres- und Tageszeit sein, weil für freie Lage die beobachteten Temperaturen von jenen in der freien Atmosphäre in gleicher Höhe nur unerheblich abweichen.

[1] Die Angabe der russischen Jahrbücher (3640 *m*, mit Fragezeichen versehen) scheint demnach um 15 bis 20 *m* zu niedrig zu sein; frühere Angaben lauteten auf 3612 *m*, offenbar nach den Jahresmitteln von Druck und Temperatur berechnet und damit bedeutend zu niedrig. Für die meteorologischen Betrachtungen, für welche eine genauere Kenntnis der Seehöhe nicht ins Gewicht fällt, habe ich immer die offizielle russische Angabe verwendet.

Die Berechnung der Höhe von Tuptschek.

Da in dem ganzen Gebirge nur die Höhe von Pamirski Post, Irkeschtam und Khorog durch langdauernde Luftdruckbeobachtungen einigermaßen sicher ermittelt wurde, ist es nicht überflüssig, die Höhe eines weiteren Punktes verläßlich zu bestimmen.

Auf der Hochfläche von Tuptschek habe ich die Aufzeichnungen eines Barographen durch tägliche Siedepunktsbestimmungen kontrolliert und die Werte des Luftdruckes und der Temperatur für die drei Terminstunden (7 a., 1 p., 9 p.) den kontrollierten Registrierungen entnommen. Die Beobachtungen beziehen sich auf die Zeit zwischen 20. Juli und 7. August 1913, also auf eine Zeit, in der die Kombination des Morgentermins mit der Abendablesung den verläßlichsten Wert der Höhe ergibt. Der Temperaturgang entspricht in den wesentlichen Punkten jenem in Pamirski Post. Die Beobachtungen beziehen sich auf das als Tuptschek II bezeichnete Standquartier; es liegt dort, wo der vom Schaklisutal und vom Paß Gardanikaftar kommende, in das Muksutal führende Weg nach Passierung der Wasserscheide die Vorlandmoränen des Borolmasgletschers schneidet. Zwischen den ersten Moränenwällen befindet sich auf ebenem Plan eine Quelle — Said Suak — und neben dieser Quelle befand sich das Lager.

Von 40 Beobachtungen entfallen 12 auf den Morgentermin, 13 auf Mittag, 15 auf den Abendtermin. Die Berechnung wurde nach gleichzeitigen Luftdruckbeobachtungen in Andischan 507 *m* durchgeführt unter Benützung der Temperaturen von Margelan (Skobelew).

Die Terminbeobachtungen dieser Stationen hat mir das russische Zentralobservatorium noch vor Kriegsausbruch zur Verfügung gestellt.

Höhendifferenz Andischan—Tuptschek II.

	7 a.	1 p.	9 p.
Maximum	2702 *m*	2761	2633
Minimum	2635	2717	2596
Mittel	**2665**	2738	**2619**
mittlere Abweichung	27·5	9·5	23·4

Die Unterschiede der Terminmittel (119 *m*) sind sehr bedeutend. Infolge der großen Gleichförmigkeit der Mittagstemperaturen ist die mittlere Abweichung der Einzelwerte vom Mittelwert mittags am kleinsten. Trotzdem müssen wir nach den Ergebnissen, die Samarkand—Pamirski Post geliefert haben, den Mittagswert als viel zu hoch ausschalten, während das Mittel aus dem Morgen- und Abendwert (27 Einzelbeobachtungen) den wahrscheinlichsten Wert liefert. Der Höhenunterschied ergibt sich somit zu 2642 *m* und es wird damit für Tuptschek II $h = 3149 \pm 4\ m$.

14. Dampfdruck und relative Feuchtigkeit.

Dampfdruck.

In einer früheren Untersuchung habe ich für 14 Stationen den Dampfdruck aus Temperatur und relativer Feuchtigkeit abgeleitet, ohne Diskussion in meteorologischer Beziehung. Ich habe nunmehr für einige charakteristische Stationen die Dampfdruckbeobachtungen selbst berechnet und gefunden, daß sich einige für die Hochsteppe immerhin bemerkenswerte Erscheinungen feststellen, beziehungsweise berechnen lassen. Die neuberechneten Werte und die aus Dampfdruck und Luftdruck abgeleiteten Werte der spezifischen Feuchtigkeit sind in nachstehender Tabelle vereinigt.

Da die Änderung des Dampfdruckes im Laufe des Jahres in direkter Beziehung zum jährlichen Temperaturgang steht, ist über den jährlichen Gang des Dampfdruckes nichts zu bemerken. Die Beträge sind niedrig, die jährliche Schwankung groß, wie es in einem so kontinentalen Gebiete zu erwarten ist.

Beachtenswert ist jedoch die Zunahme des Dampfdruckes und der spezifischen Feuchtigkeit von der Steppenzone gegen die Gebirgsrandzone, trotz zunehmender Höhe und — den Winter ausgenommen — abnehmender Temperatur. Die Luft ist in der niederschlagsreichen Randzone des Gebirges wesentlich feuchter als in der Wüste und Steppe. Daß die ausgedehnte künstliche Bewässerung der Randzone dabei nicht von Einfluß ist, sondern nur der Niederschlag, erkennt man daran, daß im überall regenlosen Hochsommer in der Wüste die Feuchtigkeit größer wird als in Taschkent, was mit Rücksicht auf die niedrigere Lage in allen Monaten Regel sein sollte.

Tabelle 16.

Jährlicher Gang des Dampfdruckes (e).

Ort	Jänner	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember	Jahr
Petro Alexandrowsk	2·6*	3·3	4·9	6·6	9·7	10·7	**13·1**	11·4	7·5	5·6	4·7	3·9	7·0
Taschkent	3·2*	3·9	6·0	7·6	10·2	11·4	**12·4**	11·0	8·6	6·3	5·4	4·2	7·5
Margelan	3·2*	4·0	5·9	7·6	10·9	11·9	**13·2**	11·8	9·2	6·2	5·1	3·8	7·7
Khorog	—	—	—	3·5	5·4	6·2	**6·8**	6·5	5·3	4·1	—	—	—
Pamirski Post	0·8	0·9	1·6	2·1	3·3	4·0	**4·7**	**4·7**	3·1	2·1	1·4	0·7*	2·5
Spezifische Feuchtigkeit ($s = 0{\cdot}623\ \frac{e}{b}$.													
Petro Alexandrowsk.....	2·1*	2·7	4·0	5·4	8·0	8·9	**10·9**	9 5	6·2	4·6	3·9	3·2	5·8
Taschkent	2·7*	3·4	5·2	6·5	8·7	9·9	**10·6**	9·3	7·5	5·4	4·6	3·6	6·5
Pamirski Post	1·0*	1·2	2·0	2·7	4·3	5.0	**5·9**	**5·9**	3·9	2·6	1·8	1·0*	3·1

(Petro Alexandrowsk 3 Jahre, auf Periode 1895—1901 reduziert; Taschkent 1895—1901; Margelan 1894—1902; Pamirski Post 1895—1901; Khorog 3 Jahre [unvollständig.])

Auf der Hochsteppe erreicht der Dampfdruck nur mehr ein Drittel der in der Niederung beobachteten Werte. Drücken wir den Dampfdruck in Pamirski Post in Prozenten des in der Steppen-, beziehungsweise Gebirgsrandzone gemessenen Wertes aus, so erhalten wir folgende Übersicht:

Dampfdruck in Pamirski Post (% des Dampfdruckes in der Niederung).

	Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Jahr
Nach Petro Alexandrowsk	26	33	38	36	33
» Taschkent.....	22	29	39	32	31
Sonnblick (nach Salzburg)	34	35	39	38	37

Gegenüber der Steppenzone ist die Abnahme des Dampfdruckes weniger rasch als gegenüber der feuchteren Gebirgsrandzone. Die Abnnahme des Dampfdruckes mit der Höhe entspricht ungefähr der Abnahme in den Alpen (Sonnblick 3106 *m* gegenüber Salzburg 430 *m*), wenigstens im Jahresmittel. Aber in den Alpen unterliegt die Abnahme des Dampfdruckes mit der Höhe viel geringeren jahreszeitlichen Schwankungen als in Turkestan, ein Gegensatz, der zu einer nicht unwesentlichen Folgerung führt.

Um einen möglicherweise vorhandenen charakteristischen Einfluß der Hochsteppe auch auf die Feuchtigkeitsverhältnisse feststellen zu können, habe ich auf Grund der Beobachtungen in Petro Alexandrowsk und Taschkent den Dampfdruck in 3640 *m* Höhe nach der bekannten Formel von Hann

berechnet[1], die in den Gebirgen der verschiedensten Klimagebiete eine ausgezeichnete Übereinstimmung zwischen Beobachtung und Berechnung gibt. Eine Untersuchung, ob sie auch den eigentümlichen Verhältnissen einer Hochsteppe in einem so trockenen Klimagebiete gerecht wird, ist an sich von Interesse. Ich habe den Dampfdruck auf der Hochsteppe auch nach Süring's für die freie Atmosphäre gültiger Formel berechnet und in die Tabelle aufgenommen.

Dampfdruck in 3640 *m*.

	Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Jahr
Beobachtet	0·8	2·3	4·5	2·2	2·46
Mit Hann's Formel nach Taschkent berechnet	1·3	2·6	3·8	2·2	2·47
Mit Hann's Formel nach Petro Alexandrowsk berechnet	1·0	2·0	3·4	1·7	2·01
Mit Süring's Formel nach Taschkent berechnet	0·9	2·0	2·9	1·7	1·87

Im Jahresmittel läßt die Übereinstimmung zwischen dem beobachteten und dem nach Taschkent berechneten Werte nichts zu wünschen übrig. Aber in den extremen Jahreszeiten sind beträchtliche und systematische Abweichungen vorhanden. Im Winter ist der Dampfdruck auf der Hochsteppe kleiner, im Sommer größer als es der normalen Dampfdruckabnahme in anderen Gebirgen entspricht.

Hält man die Steppenstation Petro Alexandrowsk als Vergleichsstation für günstiger als die Taschkenter Oase, so wird die Übereinstimmung im Winter zwar besser, aber der Unterschied im Sommer wird noch größer. Eine abermalige Vergrößerung der Differenz zwischen Beobachtung und Berechnung erhält man durch Anwendung der Formel für die Dampfdruckabnahme in der freien Atmosphäre[2]. Es ergibt sich: Auf der Hochsteppe ist der Feuchtigkeitsgehalt der Luft im Winter kleiner als im Gebirge und stimmt mit dem für die freie Atmosphäre berechneten Betrag überein. Im Sommer hingegen ist die Luft auf der Hochsteppe viel feuchter als in der freien Atmosphäre und feuchter als eine normale Gebirgsstation gleicher Höhe.

Auf die kleine, winterliche Differenz, die wohl in der abnorm niedrigen Wintertemperatur der Hochsteppe ihre Erklärung findet, ist kein großes Gewicht zu legen. Die große Differenz im Sommer aber zeigt, daß eine ausgedehnte »Heizfläche« zugleich auch eine Fläche verstärkter Verdampfung ist. Woher dabei der Wasserdampf kommt, daß ist eine Frage, die wir auch bei meerfernen Steppen und Wüsten der Niederung noch nicht genügend beantworten können. So trocken also auch das Klima der Hochsteppe ist und so lebhaft gefärbt die Berichte vieler Reisenden über die Wirkungen der großen Trockenheit sind — im Verhältnis zur Höhenlage und zum Dampfgehalt der Luft in der Niederung ist die Hochsteppe im Sommer feuchter als nach der Dampfdruckabnahme mit der Höhe in anderen Gebirgen zu erwarten war.

[1] Formel von Hann: $e_h = e_o\, 10^{-\frac{h}{6500}}$; Formel von Süring für die freie Atmosphäre: $e_h = e_o\, 10^{-\frac{h}{6}\left(1+\frac{h}{20}\right)}$.

[2] Die mehrfach ausgesprochene Vermutung, die Dampfdruckabnahme im Gebirge (Formel von Hann) weiche deshalb so stark von jener in der freien Atmosphäre ab, weil die den Berechnungen von Süring zugrunde liegenden Ballonbeobachtungen sich der Mehrzahl nach auf Schönwettergebiete beziehen, wird durch die Verhältnisse in Turkestan nicht bestätigt. Hier hat man einen regenlosen und fast wolkenlosen Sommer; trotzdem ist der Dampfdruck auf der Hochsteppe nicht nur größer als der nach Süring's, sondern sogar größer als der nach Hann's Formel berechnete Wert.

Da man den Dampfdruck auf der Hochsteppe nicht direkt mit dem Dampfdruck an einer frei gelegenen Gebirgsstation vergleichen kann, weil in Irkeschtam der Dampfdruck nicht beobachtet wurde, bleibt man im Zweifel, ob der im Sommer zu hohe Feuchtigkeitsgehalt eine Wirkung der Hochfläche selbst oder ob er durch Zufluß feuchterer Luft in dieser Höhe überhaupt erzeugt ist. Eine in dieser Beziehung nicht unwesentliche Folgerung ergibt sich trotz der geringen Zahl von Beobachtungen aus unseren Expeditionsmessungen.[1]

Ist die Erhöhung des Dampfgehaltes im Sommer ein Effekt der Hochsteppe selbst, so muß durch eine Verringerung der Verdampfungsfläche der Dampfdruck vermindert werden; er muß also auf der Hochfläche von Tuptschek ihres geringeren Umfanges wegen kleiner sein als in Pamirski Post, im Steppental bei Kulika kleiner als in Tuptschek.

Dampfdruck Juli—August.

	morgens	mittags	abends	Mittel
Pamirski Post (Monatsmittel)	4·9	5·0	4·3	4·7
Tuptschek (10 Tage).....	4·5	3·8	4·1	4·1
Kulika (9 Tage).....	(2·8)	0·9	(3·2)	2·3

Ohne daß wir die niedrigeren Stationen auf die Höhe von Pamirski Post reduziert hätten, was in ersteren den Dampfdruck noch weiter erniedrigen würde, ergibt sich die vermutete Beziehung. In Anbetracht der niedrigeren Lage ist der Dampfdruck in Tuptschek viel niedriger als in Pamirski Post und wenn wir Tuptschek mit Kulika vergleichen, so ergibt sich der Einfluß der Ausdehnung der Verdampfungsfläche noch deutlicher, wobei bemerkt werden muß, daß Kulika niedriger liegt als Tuptschek und höhere Mittagstemperaturen hat. Wir finden also eine wesentliche Stütze für die Annahme, daß der höhere Dampfgehalt der Hochsteppe im Sommer ein Effekt der Hochsteppe selbst ist.

Bei Behandlung der Dampfdruckabnahme mit der Höhe in einem so niederschlagsarmen Klimagebiet drängt sich noch eine andere Frage auf. Im Sommer ist die turkestanische Niederung zweifellos der Schauplatz sehr ausgebreiteter konvektiver Vorgänge, die im Laufe der Sommermonate Erwärmung bis in große Höhen tragen, ohne daß es dabei zur Niederschlagsbildung kommt. Man kann fragen, ob man im Sommer, bei vorherrschendem Südwestwind, auf der Hochsteppe Luft findet, die aus der Niederung stammt. Da Kondensationsvorgänge so gut wie keine Rolle spielen, kann man die Frage durch Betrachtung der spezifischen Feuchtigkeit lösen. Stammt im Sommer die Luft aus der Niederung, so muß die spezifische Feuchtigkeit auf der Hochsteppe annähernd gleich groß gefunden werden wie in der Niederung, wobei in der Niederung auch noch die Monate vorher in Betracht zu ziehen sind.

Die Tabelle (S. 217) zeigt, daß davon wohl nicht die Rede sein kann. Die spezifische Feuchtigkeit ist in der Niederung in allen Monaten viel größer wie auf der Hochsteppe. Die spezifische Feuchtigkeit, die wir im Juli auf der Hochsteppe finden, tritt in der Niederung bereits im April ein. Da April und Mai in der Niederung noch Regenmonate sind, versagt die spezifische Feuchtigkeit als Kriterium. Aber auch davon abgesehen, spricht nichts dafür, daß durch die konvektiven Vorgänge Luftmassen aus der Niederung bis in das Hochsteppengebiet transportiert werden.

Die Abnahme der spezifischen Feuchtigkeit mit der Höhe weist aber dessenungeachtet in den turkestanischen Gebirgen einige Unterschiede gegenüber den Verhältnissen in den Alpen auf.

---

[1] Die Messungen erfolgten mit Aßmann's Psychrometer, müssen also trotz ihres extremen Ergebnisses als verläßlich betrachtet werden.

Abnahme der spezifischen Feuchtigkeit *s* mit der Höhe.

(Verhältnis des Dampfgehaltes der Höhe zu jenem der Niederung $\left(\frac{sh}{so}\right)$.

	Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Jahr	Maximum	Minimum
Pamirski Post - Alexandrowsk	0·41	0·51	0·57	0·55	0·51	0·63	0·31
Pamirski Post - Taschkent	0·33	0·43	0·57	0·46	0·46	0·63	0·28
Alpen (Sonnblick-Salzburg)	0·50	0·49	0·54	0·49	0·50	0·55	0·44

Da Pamirski Post wesentlich höher als der Sonnblick liegt, ist die Abnahme der spezifischen Feuchtigkeit in Turkestan im Jahresdurchschnitt langsamer als in den Alpen — eine Folge der seltenen Kondensationsvorgänge. Während ferner der Betrag des Quotienten $\frac{sh}{so}$ in den Alpen im Laufe des Jahres sich nur wenig ändert (extreme Monate, Differenz 11 Prozent), sind in Turkestan die jahreszeitlichen Unterschiede sehr ausgesprochen (32, beziehungsweise 35 Prozent, also dreimal so groß wie in den Alpen). Dabei ist in Turkestan die Feuchtigkeitsabnahme mit der Höhe im Winter rascher, im Sommer langsamer wie in den Alpen. Im Winter, der Regenzeit Turkestans liegt die Hochsteppe über der Region der Niederschläge und bleibt selbst ohne Niederschläge — rasche Abnahme der Feuchtigkeit mit der Höhe —, während im Sommer das ganze Gebiet niederschlagslos ist[1] (langsame Abnahme der Feuchtigkeit). In den Alpen hingegen fällt Niederschlag in allen Jahreszeiten und die Hauptzone des Niederschlags liegt immer unterhalb Sonnblickhöhe, weshalb die Abnahme der Feuchtigkeit mit der Höhe durchschnittlich rascher und in allen Monaten viel gleichmäßiger ist.

Die geringere Häufigkeit von Kondensationsvorgängen, die ja eine rasche Abnahme der spezifischen Feuchtigkeit mit der Höhe bedingen, zeigt sich in Turkestan auch dadurch, daß auf der Hochsteppe noch die Hälfte des in der Niederung vorhandenen Wasserdampfes vorhanden ist, während Süring für das gleiche Höhenintervall in der freien Atmosphäre (Mitteleuropa) eine Abnahme um zwei Drittel gefunden hat.

Der tägliche Gang des Dampfdruckes auf der Hochsteppe, so weit man ihn nach Terminmitteln beobachten kann, bietet einiges Interesse.

Täglicher Gang des Dampfdruckes.

	Taschkent			Pamirski Post		
	7 a.	1 p.	9 p.	7 a.	1 p.	9 p.
Jänner	2·8	**3·5**	3·1	0·6	**1·1**	0·8
April	7·1	7·6	**7·8**	**2·2**	2·2	2·0
Juli	**13·1**	12·7	12·0	**5·0**	4·8	4·3
Oktober	5·9	**7·0**	6·4	1·8	**2·6**	1·9

Der tägliche Gang des Dampfdruckes auf der Hochsteppe stimmt völlig mit jenem in der Niederung überein; die Hochsteppe zeigt nicht die geringste Annäherung an den Gang, den man auf Berggipfeln und im Berggehänge beobachtet. Im Winter und Herbst steigt der Dampfdruck tagsüber mit der Temperatur, die Verdampfung kommt der Temperatursteigerung nach, während im

[1] Die Hochsteppe hat zwar Sommerregen, aber sie sind so geringfügig, daß sie bei derartigen Betrachtungen nicht zu berücksichtigen sind.

Sommer das Maximum des Dampfdruckes morgens eintritt. Die feuchte Luft wird konvektiv in die Höhe befördert, trockenere Luft sinkt herab und die Verdunstung von der Unterlage her genügt nicht, um den Dampfgehalt des Morgens aufrecht zu erhalten.

Relative Feuchtigkeit.

Tabelle 17.

	Petro Alexandrowsk				Taschkent				Osch				Pamirski Post			
	7 a.	1 p.	9 p.	M.	7 a.	1 p.	9 p.	M.	7 a.	1 p.	9 p.	M.	7 a.	1 p.	9 p.	M.
Jänner	86	55	83	75	84	64	86	76	79	55	79	71	74	49	62	62
Februar	85	58	78	74	78	58	79	72	79	52	82	71	75	47	60	61
März	80	52	71	68	79	56	79	71	80	59	83	74	71	40	52	54
April	63	41	57	54	71	48	75	65	74	55	79	66	59	39	51	50
Mai	56	35	50	47	64	42	69	58	59	44	69	57	58	37	53	49
Juni	54	33	50	46	58	35	56	50	54	40	62	52	54	33	47	45
Juli	57	35	52	48	58	32	50	47	47	34	60	47	52	32	44	43
August	59	31	54	48	61	34	54	50	49	31	63	48	52	33	42	42
September	61	34	57	51	65	34	61	53	53	31	66	50	53	31	40	41
Oktober	71	40	65	59	72	39	70	60	60	40	73	58	58	40	49	49
November	81	56	73	70	82	60	86	76	78	56	83	72	66	42	55	54
Dezember	85	68	78	77	81	62	86	76	78	58	84	73	67	46	59	57
Jahr	70	45	64	60	71	47	71	63	73	46	74	64	62	39	51	51

Petro Alexandrowsk 5 Jahre; Taschkent und Pamirski Post 6 Jahre; Osch 3 Jahre.

Ich habe in die Tabelle die Mittelwerte von nur vier Stationen aufgenommen, die charakteristisch für die Steppenzone, Gebirgsrandzone in 500 und 1000 *m* Höhe und für die Hochsteppe sind. Sieht man von der Hochsteppe ab, so trifft man in der Niederung überall sehr gleichmäßige Verhältnisse. Die Jahresmittel liegen zwischen 60 und 65 Prozent und selbst in den einzelnen Monaten sind die Unterschiede zwischen dem ringsum von Wüsten umgebenen Petro Alexandrowsk und der reich bewässerten Oase Taschkent am Fuße des Gebirges auffallend gering. Hingegen besteht zwischen den Wüsten West- und Ostturkestans ein großer Gegensatz. Von der Depression Luktschun (— 17 *m*) in Ostturkestan liegen zweijährige Beobachtungen vor, die Woeikof bearbeitet hat (Met. Z. 1900, Klima von Luktschun, Zentralasien).

Relative Feuchtigkeit (Juli—August).

	7 a	1 p	9 p	M
Luktschun	43	19	30	31
Petro Alexandrowsk	58	33	53	48

Die Luft über den Wüsten Ostturkestans ist wesentlich trockener als über den westturkestanischen Wüsten, offenbar eine Folge der Gebirge, die in Ostturkestan vom Meere stammenden Luftströmmungen allseits den Zutritt in tiefere Niveaus verwehren. Bis zu einem gewissen Grade erfreuen sich eines ähnlichen Schutzes auch einige Gebiete Westturkestans, so die im Gebirge liegenden großen Täler wie das des Surchob und oberen Amudarja (Pändsch, Station

Khorog); sogar unsere Messungen in Mittelbuchara weisen darauf hin, daß trotz der im Süden niedrigen Bergumrahmung die relative Feuchtigkeit durchschnittlich geringer ist als in den frei gelegenen Gebieten der Gebigsrandzone.

		Juni			Juli—August		
		7 a.	1 p.	9 p.	7 a.	1 p.	9 p.
Gebirgsrand, offene Lage	Taschkent	58	35	56	59	33	52
	Scharschaus	56	33	43	—	—	—
Zentrale Täler	Mittelbuchara, Surchobtal	43	17	32	—	—	—
	Khorog am Pändsch (2 Jahre)	53	26	34	41	24	29

Die Messungen in der offenen Talebene von Scharschaus stimmen ganz mit den Juniwerten für Taschkent überein, so daß man berechtigt ist, in den viel niedrigeren Werten der zentralen Täler eine Wirkung des Gebirges zu sehen.

Ein ähnlicher Einfluß der Lage macht sich auch auf der gebirgsumschlossenen Hochsteppe geltend. In Pamirski Post ist die relative Feuchtigkeit in allen Monaten und zu jeder Tageszeit kleiner als in der Niederung, worin man nicht lediglich einen Einfluß der größeren Höhe sehen darf.

In den Gebirgen äußert zunehmende Höhe ihre Wirkung im allgemeinen derart, daß in der Höhe die relative Feuchtigkeit im Winter kleiner, im Sommer größer ist als in der Niederung. Osch, in 1000 *m* Höhe am Gebirgsrande, läßt diesen Einfluß der Höhe noch erkennen, ist im Winter trockener, im Sommer feuchter als Taschkent. Pamirski Post zeigt davon nur mehr eine schwache Spur dadurch, daß es im Jänner um 14 Prozent, im Juli nur um 4 Prozent trockener ist als Taschkent. Der jährliche Gang der relativen Feuchtigkeit ist auf der Hochsteppe der gleiche wie in der Niederung, im Gegensatze zu den Alpengipfeln. Daß der Sommer die sogenannte Regenzeit der Hochsteppe ist, darauf weist im Gange der relativen Feuchtigkeit nicht das geringste hin. Die Kondensation geht ja auch erst hoch über der Hochsteppe vor sich (s. Absch. 16), während große konvektive Luftströmungen, die die relative Feuchtigkeit im Sommer gegenüber der Niederung erhöhen müßten, durch die Randgebirge abgehalten werden, was durch die lokal verstärkte Verdampfung auf der Hochsteppe nicht ausgeglichen wird.

Auf der Tuptscheker Hochfläche und im Steppental bei Kulika haben wir im Juli—August die relative Feuchtigkeit noch niedriger gefunden als in Pamirski Post, was nach dem höheren Dampfdruck auf der Hochsteppe zu erwarten war.

Relative Feuchtigkeit Juli—August.

	7 a.	1 p.	9 p.
Pamirski Post	52	32	42
Tuptschek	43	18	43
Kulika	(32)	12	(34)

In Tuptschek, besonders aber in Kulika ist die relative Feuchtigkeit bereits so gering wie in den ostturkestanischen Wüsten, bezeichnend für den Einfluß, den die Lage in den inneren Gebirgstälern ausübt und der uns in freilich nicht so auffälligem Grade auch in zentralen Alpentälern (oberes Rhonetal, Vintschgau etc.) entgegentritt.

Über den täglichen Gang der relativen Feuchtigkeit ist nichts zu sagen, da die Hochsteppe sich wie die Niederung verhält, mit etwas größerem Unterschiede der Werte für 7 a. und 1 p. Im

Gehänge der Berge und bei Gipfelersteigungen abseits der Hochsteppe habe ich hingegen wiederholt beobachtet, daß in freier Gebirgslage der tägliche Gang der relativen Feuchtigkeit ebenso wie in den Alpen dem Gange in der Niederung, in den Tälern und auf der Hochsteppe entgegengesetzt ist, mit dem Minimum morgens, Anstieg tagsüber als Folge der konvektiven Vorgänge über den Tälern und der Hochsteppe.

Von einigem Interesse sind die niedrigsten Werte der relativen Feuchtigkeit, die wir nur nach den veröffentlichen Terminwerten beurteilen können, wobei wir uns auf den Vergleich zwischen Taschkent und Pamirski Post und auf die fünf Jahrgänge 1897—1901 beschränken.

Mittlere Minima der relativen Feuchtigkeit.

	Jänner	April	Juli	Oktober	Jahr	Absolutes Minimum
Taschkent	36	21	22	26	17	13
Pamirski Post	31	20	15	18	13	9

Die Unterschiede zwischen Hochsteppe und Gebirgsrandzone sind sehr unbedeutend und wenn wir statt Taschkent eine Station der Steppen-Wüstenzone mit der Hochsteppe vergleichen würden, so würden die Unterschiede wohl ganz verschwinden. Doch wurden auch in hohen Lagen des Gebirges wiederholt kleinere Werte der relativen Feuchtigkeit beobachtet wie in Pamirski Post. Olufsen hat auf der Hochsteppe im Sommer 1918 Minima von 2—5 Prozent beobachtet und ich selbst habe im Steppental von Kulika an fünf aufeinanderfolgenden Tagen im August mittags zweimal 2 Prozent und nie mehr als 6 Prozent gemessen — ein Beweis, daß derart niedrige Feuchtigkeit im Gebirge gewiß nicht als Ausnahme betrachtet werden kann. Trotz hoher Temperatur ist mittags, wenn im Spiel der Konvektion die Luft der freien Atmosphäre herabsinkt, die Luft fast ohne Wasserdampf.[1]

Charakteristischer als die Minima der relativen Feuchtigkeit ist für die Hochsteppe die außerordentliche Seltenheit von Sättigung mit Wasserdampf, trotz der Höhe, auch im Winter. In fünf Jahren wurde in Pamirski Post nur zweimal 100 Prozent notiert, während in Taschkent im gleichen Zeitraum mit Ausnahme des Juli und August in jedem Beobachtungsmonat — meist nicht nur einmal — Sättigung beobachtet wurde. Trotz der starken nächtlichen Abkühlung ist morgens auf der Hochsteppe die Luft bei weitem nicht mit Wasserdampf gesättigt, so daß auch die Bildung von Bodennebel auf der Hochsteppe nicht möglich ist, während in Taschkent Morgennebel häufig eintritt. Tau aber ist, wenigstens auf der Hochfläche von Tuptschek, im Sommer eine sehr gewöhnliche Erscheinung. Man findet wieder: Gegen den Einbruch feuchter Luft ist die Hochsteppe durch die Randgebirge geschützt, während die Luftmassen über der Hochsteppe selbst in große Höhen aufsteigen müssen, ehe Kondensation eintritt.

Der Gegensatz zwischen Niederung und Hochsteppe tritt besonders deutlich hervor, wenn wir die mittlere Zahl von Tagen feststellen, an welchen die relative Feuchtigkeit über 80 Prozent steigt oder unter 30 Prozent sinkt. Als Winter ist die Zeit von November bis März genommen.

---

[1] Weder ich noch meine Gefährten haben jemals eine unangenehme oder gar schädliche Wirkung dieser extremen Trockenheit feststellen können. Sie wird im Gegenteil sehr angenehm empfunden und nicht nur deshalb, weil man die hohen Sommertemperaturen infolge der starken Verdunstung leichter erträgt. Auch bei körperlicher Anstrengung, zum Beispiel bei Gipfelersteigungen im Hochgebirge, macht sich der Einfluß der trockenen Luft sehr angenehm geltend. Nie hat man das unangenehme Gefühl, in Schweiß gebadet zu sein, und das Ersteigen hoher und steiler Berghänge, das Hacken von Stufen in steilem Firn etc. ist mir in den turkestanischen Gebirgen viel leichter gefallen als in den Alpen. Die Annahme, daß infolge der großen Trockenheit der Luft die Luft nie als »schwül« empfunden wird, wäre trotzdem sehr falsch. In der Niederung gibt es, seltener im Hochsommer als im Frühsommer und Frühling, außerordentlich schwüle Tage. Gegen Zunahme der Bewölkung ist man äußerst empfindlich. Schöne Tage in der Regenzeit und die Wochen nach der Regenzeit bis Ende Juni sind infolge häufiger Wolkenbildung viel unangenehmer als der Hochsommer. Auch in 2000 bis 3000 *m* Höhe wird im Sommer eintretende Bewölkung noch als unangenehm empfunden, obwohl die Lufttemperatur und Feuchtigkeit an Ort und Stelle durch die Wolkenbildung fast gar nicht beeinflußt wird.

Anzahl der Tage mit einer Feuchtigkeit	Winter		Sommer	
	Taschkent	Pamirski Post	Taschkent	Pamirski Post
> 80 Prozent.....	**242**	90	45	37
< 30 Prozent.....	14	10	66	**149**

Im Winter sind sehr trockene, im Sommer sehr feuchte Tage in beiden Gebieten gleich selten. Im Winter aber sind feuchte Tage in der Gebirgsrandzone weitaus häufiger als auf der Hochsteppe, während im Sommer auf der Hochsteppe sehr trockene Tage viel häufiger sind. Die Unterschiede zwischen Sommer und Winter sind in der Niederung viel schroffer als auf der Hochsteppe. Extreme Trockenheit ist auf der Hochsteppe eine fast alltägliche, in der Niederung eine Ausnahmserscheinung, was zum Beispiel die Betrachtung des mittleren Minimum allein nicht erkennen läßt.

Die Seltenheit hoher relativer Feuchtigkeit ist charakteristisch für die Pamirhochsteppen auch im Gegensatze zu den Wüsten- und Steppengebieten der Niederung.

15. Bewölkung der Niederung, des Gebirges und der Hochsteppe; Staubnebel.[1]

Wer in Turkestan gereist ist, hat wohl in den meisten Fällen den Eindruck einer außerordentlich geringen Durchschnittsbewölkung erhalten, ein Eindruck, der für die Sommermonate durch die Zahlen der Bewölkungsübersicht gerechtfertigt ist, sich aber verwischt, wenn man auch den Winter und Frühling in Westturkestan zubringt. Aber auch nach jahrelangem Aufenthalt wird niemand glauben, daß die mittlere Jahresbewölkung ungefähr jener der Südalpen entspricht (Südtirol 4·6) und daß insbesondere die Winterbewölkung nicht nur bedeutender wie in Südtirol, sondern auch bedeutender wie in Nordtirol, auf der Nordseite der Zentralalpen, ist. Dieses Resultat ist verblüffend und widerspricht dem unmittelbaren Eindrucke so sehr, daß man geneigt ist, an der Zuverlässigkeit der Beobachtungen zu zweifeln, wovon aber mit Rücksicht auf die ausgezeichnete Übereinstimmung der turkestanischen Stationen untereinander keine Rede sein kann.

Die Ursache dieses Widerstreites zwischen Eindruck und Messungsergebnis liegt darin, daß die relative Seltenheit von Niederschlägen, zum Beispiel den Alpen gegenüber, unwillkürlich auch in die Beurteilung des Bewölkungsgrades verflochten wird. Außerdem werden in Turkestan viel seltener tiefliegende Wolkendecken beobachtet. Leichte Bewölkung in großer Höhe beeinflußt aber selbst bei großer Ausdehnung der Wolkenbildung das unmittelbare Urteil nur wenig. Mir selbst ist zum Beispiel unser Aufenthalt in den ostbucharischen Tälern, von einigen scharf markierten Wetterstürzen abgesehen, als eine fast ununterbrochene Serie wolkenloser Tage in Erinnerung, so daß ich immer erstaunt bin, wenn mich das Beobachtungsbuch überzeugt, wie selten im Gebirge wolkenlose Tage, wie häufig sogar Niederschläge leichtester Art sind.

Unter diesem Vorbehalt muß man die Mittelwerte der Bewölkungstabelle betrachten, die ich deshalb ausführlicher gehalten habe, weil in der deutschen meteorologischen Literatur eine verläßliche Darstellung der Bewölkung Westturkestans meines Wissens bisher gefehlt hat.

---

[1] In einer früheren Untersuchung habe ich die Bewölkung nur nach der Zahl der heiteren und trüben Tage bearbeitet und die betreffenden Daten mitgeteilt, die dem unmittelbaren Eindruck, den der Reisende empfängt, wohl besser entsprechen als die übliche Darstellung durch Bewölkungsmittel. Gerade die Betrachtungen dieses Abschnittes jedoch, welchen neu berechnete, auf die Periode 1894 bis 1903 bezügliche Mittelwerte der Bewölkung (10teilige Skala) zugrunde liegen, beweisen, daß eine eingehendere Betrachtung der Bewölkungsverhältnisse sich nur auf die in üblicher Weise berechneten Bewölkungsmittel stützen kann.

Tabelle 18.

Jährlicher Gang der Bewölkung.

	Höhe	Jänner	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember	Jahr
Petro Alexandrowsk	85	**5·5**	5·2	4·9	3·9	3·5	2·3	1·5	0·9*	1·0	2·5	4·2	**5·6**	3·4
Kerki	262	**5·3**	5·2	5·2	4·2	3·1	1·4	1·0	0·4*	0·6	2·0	4·5	5·0	3·2
Taschkent	478	6·1	5·8	**6·5**	5·3	3·8	2·5	1·5	0·8*	1·3	3·1	5·7	6·1	4·0
Margelan	576	6·8	6·0	**7·1**	6·1	5·5	4·6	3·6	2·6	2·1*	3·7	6·3	6·4	5·1
Osch	1023	5·6	5·1	**6·6**	5·7	5·1	4·2	3·1	2·6	2·1*	3·7	5·9	6·0	4·7
Narynsk.....	2015	5·2	4·5	**6·4**	5·6	6·2	5·1	5·0	3·6	3·4*	3·9	5·4	5·2	4·9
Samarkand.....	719	5·8	5·8	**6·6**	5·5	3·8	2·3	1·6	0·9*	1·0	2·9	5·4	5·5	3·9
Pendschikent.....	964	6·5	7·5	**8·0**	7·1	6·2	3·7	2·6	1·4*	1·8	3·9	7·1	6·1	5·2
Khorog.....	2105	4·8	4·5	**5·7**	4·7	5·0	3·6	2·4	1·4*	1·4*	2·9	4·3	3·5	3·7
Irkeschtam	2850	5·5	5·4	**6·2**	6·0	5·9	5·4	4·9	4·3	3·6	3·9	5·3	5·1	5·1
Pamirski Post.....	3640	4·8	4·4	**5·8**	5·1	4·6	4·2	4·1	3·2	3·0*	3·1	3·6	3·6	3·9

Periode 1894—1903.

Die Tabelle zeigt außer großen Durchschnittswerten auch große örtliche Unterschiede eines Betrages, wie man ihn zum Beispiel im Mittel beim Übergang von der Nordseite auf die Südseite der Alpen findet. Vor Diskussion dieser bemerkenswerten Unterschiede ist eine Betrachtung der Bewölkung im allgemeinen und ein Vergleich mit Ostturkestan nötig.

Der jährliche Gang der Bewölkung mit dem Maximum in der kalten Jahreszeit und fast völligem Wolkenmangel im Sommer beweist, daß hier der für die Subtropen charakteristische Bewölkungsgang über Persien und Afghanistan in eine verhältnismäßig hohe Breite herüber-

Mittlere Bewölkung.

	h	φ	λ	Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Jahr
Westturkestan:								
1. Wüste—Steppe	173	39° 39'	63° 9'	**5·3**	4·1	1·3*	2·4	3·3
2. Gebirgsrandzone	598	40° 30'	68° 7'	**5·9**	5·3	1·6*	3·2	4·0
3. Hochgebirge—Hochsteppe	3245	38° 57'	73° 58'	4·4	**5·6**	4·3	3·7*	4·5
Ostturkestan:								
4. Kaschgar	1219	39° 25'	76° 7'	5·6	**6·1**	5·0	4·6*	5·3
5. Luktschun	— 17	42° 42'	89° 42'	3·4	**4·6**	4·1	3·2*	3·8
6. Urumtschi.....	905	43° 52'	87° 36'	4·0	3·4	**4·0**	3·2*	3·7
7. Urga	1325	47° 55'	106° 50'	2·5*	4·1	**5·0**	3·2	3·7

... (1. Petro. Alexandrowsk und Kerki (10 Jahre). 2. Taschkent und Samarkand (10 Jahre). 3. Irkeschtam und Pamirski Post (10 Jahre). 4. 2 Jahre. 5. 2 Jahre. 6. 3 Jahre. 7. 8. Jahre.

reicht und ganz Westturkestan beherrscht. Die Grenzgebirge gegen Ostturkestan stellen jedoch eine schroffe Scheide dar. Ein Vergleich zwischen West- und Ostturkestan ist auch noch in anderer Beziehung lehrreich.

Bei Betrachtung der Feuchtigkeitsverhältnisse haben wir gefunden, daß die ostturkestanische Niederung viel trockener, der Wasserdampfgehalt der Luft für Wüstenklima viel bezeichnender ist als in Westturkestan. Die Bewölkungsverhältnisse stimmen damit nicht überein, die Bewölkung ist nicht geringer als in Westturkestan und der jährliche Gang der Bewölkung umgekehrt.

In Kaschgar, am Ostfuße der Pamirgebirge, ist die Bewölkung in allen Jahreszeiten, besonders aber im Sommer viel größer als in Westturkestan. Weiter gegen Osten hin wird in Chinesisch-Turkestan die Bewölkung allerdings wieder kleiner, ohne geringer zu werden wie in Turkestan, wobei aber der subtropische Bewölkungsgang Westturkestans verschwindet und gegen Osten immer mehr in den ausgesprochen kontinentalen Typus (Minimum Winter, Maximum Sommer) übergeht, so daß der Gegensatz in der Bewölkung im Sommer ein außerordentlich großer wird. Da beide Gebiete niederschlagsarm sind, der Temperaturgang in beiden Gebieten kontinental, zeigen gerade die Bewölkungsverhältnisse den tatsächlich bestehenden großen, klimatischen Unterschied am deutlichsten an. Er wird nur deshalb leicht übersehen, weil aus den Wolken in Turkestan wenig Niederschlag fällt.

Diese Betrachtung zeigt auch, daß der Unterschied in der Bewölkung, den wir in Westturkestan selbst zwischen Niederung und Gebirge finden, nicht etwa ein Effekt ausschließlich der Massenerhebung ist. Der von uns betrachtete Gebirgskomplex (Alai—Pamir) ist vielmehr in Ansicht der Bewölkung das Übergangsgebiet vom subtropischen Typus Westturkestans zum kontinentalen Typus Ostturkestans. Daß die Höhe selbst nicht von Einfluß ist, zeigt Kaschgar, am Ostfuße des Gebirges, ebenfalls noch dem Übergangsgebiete (Frühjahrsmaximum der Bewölkung) angehörig.

Die stärkere Wolkenbildung über den ostturkestanischen Wüsten im Sommer illustriert sehr schön die Bemerkung von Hann (Lehrb. d. Met. S. 236), daß in den Wüsten zwar nicht der Wasserdampf, wohl aber die Veranlassung zur Kondensation desselben fehlt. In Westturkestan, dem Weltmeer und großen Binnenseen viel näher gelegen, ist die Luft feuchter als in Ostturkestan, bei gleicher Erwärmung. Man müßte also im Sommer stärkere Bewölkung als in Ostturkestan erwarten. Gerade das Gegenteil ist der Fall, offenbar deshalb, weil sich die im allgemeinen absteigende Luftbewegung der Subtropengebiete im Sommer in Westturkestan geltend macht und dem konvektiven Aufsteigen der Luft entgegenwirkt, während in dem von Gebirgen eingeschlossenen innerasiatischen Becken Einflüsse von außen her sich nicht mehr geltend machen, von Monsuneinflüssen in hohen Schichten abgesehen, welch letztere in Verbindung mit den ungestörten konvektiven Vorgängen die stärkere Wolkenbildung begünstigen. Daß diesem Gegensatze keine größeren Unterschiede im morphologischen Habitus der west- und ostturkestanischen Niederung entsprechen, rührt nur davon her, daß die stärkere Wolkenbildung in Ostturkestan nicht eine entsprechend größere Niederschlagsmenge liefert. Erst in größeren Höhen, zum Beispiel Osttibet, findet man mit der stärkeren Bewölkung im Sommer auch stärkere Niederschläge, was bei gleicher Höhe zu großen Gegensätzen zwischen Osttibet und Pamirsteppen führt. Auf jeden Fall aber ist es bemerkenswert, daß von zwei benachbarten Wüstengebieten gleicher Breite gerade das westlicher gelegene, feuchtere, weniger durch Randgebiete geschützte Gebiet unter dem Einflusse des subtropischen Gürtels hohen Luftdruckes im Sommer vollkommen wolkenlos ist, während das östlichere, an sich trockenere Gebiet, aber dem Einflusse des hohen Druckes entzogen, viel stärker bewölkt ist.

Verteilung und jährlicher Gang der Bewölkung in Westturkestan.

Am geringsten bewölkt ist das Gebiet der Wüsten und Steppen, die in Verbindung mit den noch weniger bewölkten Gebieten Transkaspiens und Persiens steht. Hier ist auch der jährliche Gang ein äußerst einfacher, mit einem Maximum im Jänner, dem Minimum im Juli. In den Ebenen der Gebirgsrandzone (Taschkent, Samarkand) nimmt die Bewölkung beträchtlich zu und der jährliche Gang wird dadurch kompliziert, daß nach einem Jännermaximum die Bewölkung zunächst abnimmt, um erst im März das Hauptmaximum zu erreichen, was neben der Bewölkung auch für die Niederschläge gilt. Das Märzmaximum der Bewölkung findet man bis zu den höchsten Stationen hinauf.

Das Doppelmaximum der Bewölkung scheint mir in folgender Weise zu deuten: das Jännermaximum entspricht dem subtropischen Bewölkungsgange, der dann ein Maximum zeigt, wenn der subtropische Hochdruckgürtel sich am weitesten nach Süden zurückgezogen hat. Im März und Frühling überhaupt ist er noch nicht weit genug nach Norden vorgerückt, um die Wirkungen absteigender Luftbewegung bereits in Westturkestan auszuüben, während andrerseits gerade in den Frühlingsmonaten die Zunahme der Temperatur und der Feuchtigkeit und zugleich die Temperaturabnahme mit der Höhe eine sehr rasche ist. Die konvektiven Ursachen der Wolkenbildung wirken in diesen Übergangsmonaten noch ungehemmt und erst, wenn der subtropische Hochdruckgürtel im Laufe des Frühlings weit genug nach Norden gerückt ist, äußert er seine Gegenwirkung, wirkt den konvektiven Vorgängen entgegen und schneidet die Ursache weiterer Wolkenbildung ab.

Wie in allen Gebirgen, so findet man auch in Turkestan eine Bewölkungszunahme von der Gebirgsrandzone gegen das Gebirge selbst, was besonders schön aus dem Vergleich zwischen Taschkent und Ferghana (Osch und Margelan) und zwischen Samarkand und Pendschikent hervorgeht. Im Winter ist Ferghana, auf drei Seiten von Bergen umschlossen, weniger, im Sommer stärker bewölkt als die Oase im Gebirgsvorland — alles wie in den Alpen. Zu dem großen Unterschied zwischen Samarkand und Pendschikent (Entfernung zirka 75 *km*) ist zu bemerken, daß Samarkand in der dem Gebirge vorgelagerten Ebene, Pendschikent unmittelbar am Fuße hoher Berge liegt. Die größere Bewölkung des unmittelbaren Gebirgsrandes gegenüber dem Vorlande ist kein Argument gegen die frühere Erklärung der sommerlichen Wolkenarmut Westturkestans, da jedes Gebirge durch die Massenerhebung selbst die konvektiven Ursachen der Wolkenbildung in hohem Grade steigert.

Die inneren Gebirgstäler jedoch haben wir, nach Khorog zu schließen, gegenüber den peripheren Bezirken des Gebirges als sehr wolkenarm zu betrachten. Wohl ist im Sommer die Bewölkung um ein Geringes größer als in der Niederung[1], was aber durch die sehr geringe winterliche Bewölkung mehr als ausgeglichen wird. Hier in diesen inneren Gebirgsteilen haben wir, ähnlich wie in den Alpen und infolge der gleichen Ursachen, die Olufsen direkt als »Kurorte« (health resorts) bezeichnet. Mittelhoch gelegen, im Sommer nicht zu heiß, im Winter kalt wie Davos und Engadin, trocken in jeder Jahreszeit, aber im Winter mit einer Schneedecke, windgeschützt, Gebirgsoasen mit Pfirsichen und Melonen, der oberen Grenze der Weintraube nahe — man wird in der Tat wenige Gebiete finden, auf die Olufsens Bezeichnung besser angewendet werden kann und die dennoch nicht die geringste Aussicht haben, einmal ihrer Eignung entsprechend verwendet zu werden.

Das Grenzgebiet zwischen West- und Ostturkestan, insbesondere die Hochsteppe, nimmt eine Sonderstellung ein. Hier finden wir im Winter die geringe Bewölkung der inneren Gebirgstäler, auf der Hochsteppe noch vermindert durch die Randgebirge. Die hohe sommerliche Bewölkung aber darf man, wie bereits erwähnt, nur zum kleinsten Teil als Folge abnorm starker, konvektiver Wolkenbildung auffassen. Hätten wir in erster Linie eine Wirkung der Konvektion, müßte Pamirski Post eine stärkere Sommerbewölkung haben als Irkeschtam, während es tatsächlich eine kleinere hat. Wir haben hier vielmehr den Übergang zur stärkeren Allgemeinbewölkung Ostturkestans.

Im wesentlichen finden wir also eine Verteilung der Bewölkung wie in den Alpen: Zunahme der Bewölkung von der Ebene gegen die Gebirgsrandzone und in den äußeren, peripheren Talsystemen; Abnahme der Bewölkung in den inneren Gebirgstälern; Verminderung der Bewölkung auf der Hochsteppe durch die Randgebirge. Gegenüber der Niederung wirkt das Gebirge im Winter vermindernd, im Sommer vermehrend auf die Bewölkung.

Der tägliche Gang der Bewölkung auf der Hochsteppe.

Eine kurze Betrachtung des täglichen Ganges der Bewölkung ist deshalb nützlich, weil sie zeigt, daß die hohe Durchschnittsbewölkung auf der Hochsteppe im Sommer in erster Linie nicht lokaler Herkunft sein kann.

[1] Narynsk, bereits außerhalb unseres Gebirgssystems, verhält sich ähnlich wie Khorog, liegt aber im Sommer dem relativ sehr wolkenreichen Gebiete um den See Issykkul zu nahe, was die Sommermittel stark beeinflußt.

Bewölkung in Pamirski Post.

	7 a.	1 p.	9 p.	Δ
Winter	4·8	5·2	3·4*	1·8
Frühling	5·2	6·6	4 3*	2·3
Sommer	3·1*	4·9	3·4	1·8
Herbst	2·7	4·5	2·6·	1 9

Die täglichen, durch Konvektion bedingten Unterschiede im Bewölkungsgrad sind am ausgeprägtesten im Frühling (Maximum im März), also in der Zeit raschester Temperaturzunahme bei gleichzeitig sehr rascher Temperaturabnahme mit der Höhe. Wenn wir annehmen, daß das Bewölkungsminimum in den Morgen- oder Abendstunden den durch die Allgemeinbewölkung bedingten Bewölkungsgrad, hingegen die Vermehrung tagsüber die durch lokale Wolkenbildung hervorgerufene Bewölkung darstellt, so ergibt sich sofort, daß im Sommer auf der Hochsteppe auch die Allgemeinbewölkung wesentlich größer ist als in der Niederung Westturkestans. Dieser Umstand beweist, daß auf der Hochsteppe sich bereits die größere Sommerbewölkung Ostturkestans geltend macht. Erst der Herbst, der in Ostturkestan die geringste Bewölkung bringt, bringt auch auf der Hochsteppe das Minimum der Allgemeinbewölkung, so daß letztere im Herbst mit der lokalen Wolkenbildung ungefähr im Gleichgewicht steht.

Dessenungeachtet ist die Hochsteppe infolge der schroffen täglichen Temperaturunterschiede ein Gebiet starker lokaler Wolkenbildung, die im Gebirge überhaupt bedeutender ist als in der Niederung. Im Jahresdurchschnitt beträgt die Tagesschwankung der Bewölkung: Petro Alexandrowsk (dem Aralsee nahe) 1·4, Taschkent 1·3, Osch 1·3, Khorog 1·7, Pamirski Post 2·0. Das Maximum fällt überall auf März oder April, das Minimum auf den August.

Die Berichte der Reisenden erwecken leicht die Vorstellung, auf der Hochsteppe finde man stets und in allen Jahreszeiten wolkenlosen Himmel. Die Beobachtungen von Pamirski Post stören diese Vorstellung erheblich. Es darf aber, wie bereits erwähnt, bei Beurteilung der Mittelwerte die Art der Bewölkung nicht außer acht gelassen werden. Der Aufenthalt im Gebirge gab uns reichlich Gelegenheit zu Beobachtungen. Die oft bedeutende Allgemeinbewölkung beschränkt sich meist auf sehr hohe und dünne CiSt-Schichten, die nicht einmal die intensive Sonnenstrahlung erheblich vermindern. Stratusdecken in tieferem Niveau sind wenigstens im Sommer sehr selten; bildet sich einmal ein Stratus, so liegt er gewöhnlich nicht unter 5500 *m*. Stratocumulus in dicken Schichten ist an den Eintritt eines Wettersturzes gebunden, deshalb sehr selten und auf der Hochsteppe der Randgebirge wegen sicher noch viel seltener als in den peripheren Gebirgsketten. — Die lokale Wolkenbildung hingegen führt wohl zur Anhäufung mächtiger Cumulusmassen, die sich aber an und über den Bergkämmen selbst entwickeln und deshalb für den Reisenden in den Tälern und auf den Hochsteppen von keiner Bedeutung sind, in diesen Gebieten selbst den Sonnenschein fast gar nicht behindern und nur bei Unternehmungen in der Gipfelregion der Gebirgsketten sich geltend machen. Über der Gletscherregion der Kette Peters des Großen lagern nachmittags im Juli und August oft ausgedehnte Wolkenmassen (Basis bei 6000 *m*, Kuppen sicher bis 8000—9000 *m*) und doch hat man in geringer Entfernung nördlich auf der Tuptscheker Hochfläche den Eindruck eines fast wolkenlosen Tages. Der meteorologische Beobachter schätzt die Bewölkung eben anders als der Reisende und ein zutreffendes Bild erhält man nur, wenn man die Mittelwerte des ersteren mit den Eindrücken des anderen in Verbindung bringt.

Viel eindrucksvoller als die Bewölkung ist für den Reisenden eine andere atmosphärische Erscheinung der Pamirgebiete, die — ohne sich auf diese Gebiete zu beschränken — doch im Wetterbilde gerade dieser Gebirge eine ausnehmend große Rolle spielt. Es sind dies die häufigen Staubnebel dieser Gegenden.

Staubnebel.

Man hat zwei Arten von Staubnebeln in den Pamirgebieten zu unterscheiden. Wenn Olufsen berichtet, daß im Sommer auf der Hochsteppe die Luft tagsüber mit Staub erfüllt sei, so bezieht sich das auf die an Ort und Stelle entstandenen Verwitterungsprodukte, die durch die Konvektion tagsüber in die Atmosphäre geraten, bei Nacht niedersinken und bei heftigem Wind auch den Eindruck eines »Staubsturmes« hervorrufen. Staubtrübung in dieser Form ist in ganz Turkestan im und nahe dem

Gebiete der Wüsten und Steppen häufig; bei starkem Winde entsprechender Richtung gelangt der Staub natürlich bis in die Gebirgsrandzone und in die peripheren Täler, fehlt aber den inneren Gebirgstälern, da der gröbere Staub nicht leicht über große Strecken transportiert werden kann, Verwitterungsprodukte an Ort und Stelle nicht so massenhaft vorhanden und starke Winde nicht lokalen Ursprungs in diesen Tälern selten sind.

Aber auch in diesen Tälern tritt zeitweise eine höchst auffällige Trübung der Luft durch feinsten Staub ein, mitunter bis in Höhen von zirka 6000 *m*, die nicht lokalen Ursprungs und gerade in Gebieten, in welchen die lokale Staubentwicklung keine Rolle spielt, am besten zu beobachten ist. Es tritt nach wolkenlosen Tagen eine milchig-weißliche Trübung der Luft ein, die immer dichter wird. Die entfernteren Berge werden bald unsichtbar, während nahe gelegene Berge wie Schattenrisse erscheinen. Bei oft wolkenlosem Himmel ist die Sonne nur mehr als matte Scheibe sichtbar, während die Landschaft, soweit sie sichtbar bleibt, ein eigentümlich unkörperliches, schemenhaftes Gepräge annimmt, das einigermaßen an die Beleuchtung bei Sonnenfinsternissen erinnert — im ganzen eine außerordentlich eindrucksvolle atmosphärische Erscheinung, die schon durch ihr nicht gerade häufiges Eintreten einen Ursprung nicht lokalen Charakters verrät.

An dieser nebligen Trübung, die ich, schwach entwickelt, bei Ersteigung des Gipfels Atschik bis in eine Höhe von zirka 6000 *m* feststellen konnte, wodurch der topographische Zweck dieser Ersteigung völlig vereitelt wurde, haben Kondensationsprodukte keinen Anteil. Der Nebel besteht nur aus feinstem Staub, der durch Luftströmungen über weite Strecken hinweg und in große Höhen hinauf transportiert werden kann[1]. Ein regelmäßiges Aufklaren in der Nacht, wie bei der gröberen alltäglichen Staubentwicklung auf der Hochsteppe, ist bei diesen feinen Staubnebeln nicht zu beobachten; sie halten sich oft tagelang.

Ein Versuch, aus den Anmerkungen über Dunst (∞) in Pamirski Post die Häufigkeit und die Bedingungen des Auftretens solcher Staubnebel festzustellen, blieb ergebnislos. Daß nur die Wüsten und Steppen im Westen und Nordwesten des Gebirges die Heimat dieses Staubes sein können, ist zwar von vornherein klar. Fraglich aber ist die Stellung dieser Staubnebel im Gesamtablaufe der Witterung. Über diese Frage orientiert die folgende kurze Übersicht über die im Gebiete der Kette Peters des Großen beobachteten Staubnebel (∞) im Sommer 1913.

1. Staubnebel 18.—20. Juli: 15.—17. Juli wolkenlos; Abend des 17. Juli sehr klar. 18. Juli wolkenlos, aber ∞_2. 19. Juli: Geschlossene Stratocumulusdecke, Höhe über 5500 m, aus SW. 20. Juli: Stratocumulusdecke aus SW, ∞^3. Wind in Tuptschek WNW 4—5, abends Auflösung der Wolken, ∞ verschwindet, wird wolkenlos. Am 19. und 20. Juli auch über Ferghana und Hochsteppe Wolkendecke, in Ferghana mit Regenspur.

2. Staubnebel 1.—6. August: 21.—31. Juli fast wolkenlos. 1. August: ∞^{1-2}, Bewölkung 5—7 (StCu und Cu). 2. August: ∞^3 bei Bewölkung 1—9, StCu aus WSW, nachmittags Regentropfen, ∞ mindestens bis 6000 *m*. 3. August: ∞^{2-3}, Bewölkung 1—6, StCu aus SW. 4. August: ∞^2, Bewölkung 2—3. 5. August: ∞^2 bei Bewölkung 2—10, StCu aus SW, Bodenwind N, nachts zeitweise Regen. 6. und 7. August: Wettersturz, Kälteeinbruch, Wolkentreiben ohne ∞, zeitweise Regen und Graupeln, Schneefall bis 4000 *m* herab, Wind N. — In Ferghana nur der 2. August stärker bewölkt; Abkühlung am 7. August ohne starke Bewölkung, ohne Niederschlag bei Nordwind. — Hochsteppe ab 2. August stark bewölkt, Kälteeinbruch intensiv am 7. und 8. August.

3. Staubnebel 8.—11. August: Der eben geschilderten Kältewelle folgten wieder Tage mit Staubnebel. 8. August: Tagsüber wolkenlos, abends ∞ von Norden. 9. August: Tagsüber ∞^{1-3}, Bewölkung 1—10, Nordwind; abends Graupelfall, dem Aufklaren folgt. 10. August: vormittags ∞^2 bei Bewölkung 9, Wolkenzug aus NW, Nordwind; nachmittags zeitweise Schnee- und Graupelfall, ∞ verschwindet. 11. August: Sehr reine Sicht bei Bewölkung 2—4. — Alle drei Tage auch auf der Hochsteppe stark bewölkt, in Ferghana nur der 10. August.

4. Staubnebel 14. und 15. August: 12. und 13. August klare Tage mit Cu-Bildung. 14. August: Tagsüber ∞^1 bei zunehmender Bewölkung. 15. August: ∞^1, Bewölkung 8—10, abends Regentropfen, schweres Gewölk, ∞ verschwindet. 16. August: Heißer, wechselnd bewölkter Tag ohne ∞, abends Regen. — In Ferghana am 14. und 15. August wolkenlos; auf der Hochsteppe stark bewölkt.

---

[1] In Kasan, an der mittleren Wolga, also in großer Entfernung von Wüsten und Steppen, habe ich dreimal auffällige Staubtrübung während meiner Kriegsgefangenschaft beobachtet. Einmal, am 10. Jänner 1918, kam ein richtiger Staubsturm mit grobem Staub, der den Schnee rötlich färbte. Zweimal hingegen beobachtete ich im Sommer bei ganz leichtem Wind eine ähnlich milchige Trübung der Luft wie in den turkestanischen Gebirgen. Es ist eben nur sehr feiner Staub, der durch schwache Luftströmungen aus den Wüstengebieten in so große Entfernung getragen wird.

5. Staubnebel 14. September: 13. September wolkenlos. 14. September: Tagsüber zunehmende Bewölkung; abends ∞^2 von Norden; nachts starke Abkühlung, Regen, Wettersturz; Neuschnee bis 3300 *m*. — In Ferghana (Margelan) wurde am 14. September ∞^2 notiert (große Seltenheit); Wettersturz brachte hier bedeckten Himmel ohne Niederschlag. — Auf der Hochsteppe scharfer Wettersturz mit bedecktem Himmel, nicht meßbarem Niederschlag (Schnee). Temperatur am 15. September im Tagesmittel um 5·2° niedriger als am 14. — Der rasch einsetzende starke Niederschlag im Chingobtal verhinderte eine lange Dauer des Staubnebels.

Betrachtet man das allen Fällen gemeinsame, so ergibt sich, daß die Staubnebel immer mit einer Allgemeinänderung der Gesamtwitterung verbunden waren, die sich auf der Hochsteppe immer, in der Gebirgsrandzone weniger ausgeprägt geltend machte. Den Staubnebeln gehen wolkenlose Tage voraus, sie treten am häufigsten mit nördlichen und nordwestlichen Winden ein und verschwinden bei Niederschlag, der die Luft reinwäscht, sehr rasch.

Die Staubnebel sind charakteristisch für Tage, an welchen allgemeine Luftströmungen in das Gebirge eindringen und an Stelle der lokalen Berg- und Talwinde herrschend werden. So wie Luftströmungen über dem Meer sich mit Wasserdampf beladen, so nehmen diese Winde den Staub der Wüsten mit sich und führen die feinsten Teilchen weitab bis in die entlegensten Gebirgsgebiete. Doch darf es dabei erst im Hochgebirge selbst zu Niederschlägen kommen, weil ergiebigere Niederschläge bereits in der Gebirgsrandzone den Staub ausfällen würden. In dem Auftreten dieser eigentümlichen Staubnebel hat der Reisende ein Anzeichen dafür zu erblicken, daß eine Störung des sonst ausschließlich lokal bedingten Wetterablaufes von außen bevorsteht; sie deuten einen Wetterumschlag an, wenn letzterer auch nicht immer in der Form eines kompletten Wettersturzes wie am 6./7. August oder am 14. September vor sich geht. Die oft tagelange Dauer der Staubnebel bis in große Höhen hinauf ist für den Reisenden äußerst unangenehm, da sie selbst in der Gipfelregion die topographische Arbeit mitunter unmöglich machen. Von 22 Tagen im Gebiete von Tuptschek waren 10 durch Staub mehr oder minder stark getrübt. Trotz der gleichzeitig vorsichgehenden Bewölkungszunahme ist die Tagesschwankung der Temperatur nicht sehr stark vermindert. Die 12 staubfreien Tage geben eine Amplitude von 18·8°, die 10 Staubtage eine Amplitude von 16·2°. Eine Färbung des Schnees durch die Staubnebel ist mir nie aufgefallen.

Die Staubnebel der Pamirgebiete sind also nicht eine lokale Kuriosität, sondern eine mit bemerkenswerten Witterungsveränderungen zusammenhängende Erscheinung nicht lokalen Ursprungs. Nach den Berichten verschiedener Reisenden muß man annehmen, daß diese feinen Staubnebel auf der Hochsteppe seltener sind als in den peripheren Gebieten (kleine Pamire, Surchobtal, Chingobtal etc.), während andrerseits auf der Hochsteppe lokale Staubentwicklung sehr häufig ist. Man kann auch hierin eine Wirkung der hohen Randgebirge sehen, die den mit feinem Staub beladenen allgemeinen Strömungen den Zugang zur Hochsteppe verwehren, ohne die lokale Staubentwicklung zu hindern.

Nebel.

Sieht man von der sommerlichen Cumulusbildung im Gebirge ab, so ist Nebelbildung sehr selten. Während unserer ganzen Reise beobachtete ich nur in Mittelbuchara im Oktober Bodennebel, an Tagen, welchen starker Niederschlag vorausgegangen war.

Aus dem Stationsmaterial — 3 bis 5jährige Beobachtungen — ergibt sich im Jahresmittel: Taschkent 12 Tage mit Nebel, Margelan 8, Osch 10, Khorog 7, Irkeschtam 8, Pamirski Post 4. Die Zahlen sind wenig verläßlich, miteinander nicht vergleichbar und beweisen nur die Seltenheit von Nebelbildung im allgemeinen. Während eines fast einjährigen Aufenthaltes in Taschkent habe ich verhältnismäßig oft leichten Morgennebel beobachtet, meistens im Anschlusse an Tage mit Niederschlag. Auch im Gebirge ist im Sommer starke Cumulusbildung auf vorausgegangene Niederschläge, also letzten Endes auf Wasserdampfzufuhr aus fremden Gebieten zurückzuführen. Nach dem Neuschneefall am 6./7. August bildeten sich in den Folgetagen massige Wolkenbänke an den Gipfeln des Muksu-Surchobtales, die offensichtlich nur durch den schmelzenden und verdampfenden Neuschnee ernährt wurden.

Nach den Terminbeobachtungen in Pamirski Post war der August 1913 weniger bewölkt als es durchschnittlich diesem Monat entspricht. Trotzdem wurden unsere Unternehmungen im Hochgebirge viel stärker durch Bewölkung, Staubnebel und Niederschläge beeinträchtigt, als ich nach den Berichten der Reisenden und den Beobachtungsergebnissen der Stationen angenommen hatte. Während über den weiten Hochsteppen und den breiten Tälern der blaue Himmel lacht, stehen die Bergketten selbst unter dem Einflusse heftiger konvektiver Vorgänge, so daß der Reisende, der zu Pferd den gewöhnlichen Reiserouten folgt, von der Sommerwitterung des Gebietes einen wesentlich anderen Eindruck erhält als der Erforscher der Hochregion.

16. Niederschläge und Gewitter.

Über die Niederschläge in Westturkestan ist viel geschrieben worden, hauptsächlich auch mit Rücksicht auf eine vielfach angenommene, von anderer Seite fast leidenschaftlich bestrittene fortschreitende Austrocknung des Landes, — eine Streitfrage, zu deren Entscheidung die bis jetzt vorliegenden kurzen Beobachtungsreihen gar nichts beitragen können.

Da die in einer früheren Abhandlung publizierten Niederschlagswerte nicht auf gleiche Periode reduziert und deshalb miteinander nicht vergleichbar waren, werden Jahresmittel für die Periode 1894 bis 1903 unter Beiziehung einiger neuer Stationen mitgeteilt und der jährliche Gang in Prozenten des Jahresmittels dargestellt.

Tabelle 19.

Jahressummen *(mm)* und jährlicher Gang des Niederschlages.

	Höhe *m*	Jänner	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September	Oktober	November	Dezember	Jahr
a) Wüsten- und Steppenzone.														
Nukuss	66	17	4	11	**21**	11	4	1	3	0	3	6	12	113
Petro Alexandrowsk	85	12	9	**27**	12	7	6	1	1	1	4	10	10	106
Perowsk	115	10	9	**13**	12	10	6	8	3	5	5	**14**	7	127
b) Gebirgsrandzone.														
Turkestan	215	14	8	**17**	10	10	5	1	2	2	5	10	**15**	182
Kerki	262	**19**	9	**19**	15	6	1	0	0	0	4	15	12	161
Chodschent	324	8	5	11	12	17	9	6	1	1	10	11	8	159
Dschisak	387	15	8	**18**	12	7	4	1	0	1	9	**15**	10	417
Taschkent	478	13	8	**16**	15	8	5	2	1	1	8	**13**	11	392
Namangan	438	14	6	**15**	12	**15**	4	3	1	2	11	10	6	190
Margelan	576	10	7	**14**	12	**15**	6	3	3	1	11	10	7	173
Samarkand	719	10	7	17	**20**	11	3	2	1	1	8	11	9	329
Pendschikent	964	(**20**)	8	14	**17**	11	3	3	1	1	5	7	10	345
Osch	1023	11	6	11	11	**19**	11	5	3	1	6	8	8	333
c) Gebirge.														
Khorog	2105	12	9	12	9	12	6	4	0	0	5	**19**	11	231
Irkeschtam	2850	4	2*	6	8	**15**	**17**	**16**	**13**	4	5	5	5	177
Pamirski Post	3640	11	5	3	6	**14**	**25**	**13**	6	6	5	3	3	64

Jährlicher Gang der Niederschläge.

Es ergeben sich im allgemeinen die gleichen Schlüsse wie für die Bewölkung, nur weniger übersichtlich. Vom Gebirge abgesehen, wo das Maximum der freilich sehr geringfügigen Niederschläge im Sommer fällt, fallen im ganzen Gebiete die Niederschläge nur in der kälteren Jahreshälfte. Sie beginnen im Oktober; im Februar tritt überall ein deutlich markiertes sekundäres Minimum ein. Im März fallen die meisten Niederschläge, halten im April vermindert an, um dann stellenweise im Mai noch einmal zuzunehmen. Man gewinnt den Eindruck: Je näher eine Station dem Gebirge liegt, um so mehr verspätet sich das Frühjahrsmaximum. Besonders deutlich zeigen diese Verspätung die Stationen in Ferghana (Chodschent, Namangan, Margelan, Osch). Diese Verschiebung des Maximums auf den Mai ist nicht durch die Gewittertätigkeit zu erklären, da zum Beispiel Margelan viel weniger Gewitter hat als Taschkent. Ein Vergleich mit Irkeschtam und Pamirski Post zeigt vielmehr, daß die Verspätung des Frühlingsmaximums in Ferghana einen Übergang zur Niederschlags- und Bewölkungsverteilung im Hochgebirge und Ostturkestan darstellt. In analoger Weise kann man das sonst schwer erklärbare, sekundäre Februarminimum des Niederschlages und der Bewölkung in ganz Westturkestan als Annäherung an den kontinentalen Typus von Ostturkestan auffassen, so daß wir zeitweise Vermischung des subtropischen Ganges mit dem kontinentalen konstatieren[1], unbeschadet des Gegensatzes zwischen West- und Ostturkestan im allgemeinen.

Jahressumme des Niederschlages.

Der Jahresniederschlag, in der Wüsten- und Steppenzone zirka 100 *mm*, erreicht in der Gebirgsrandzone stellenweise den Betrag wie in den trockensten inneren Alpentälern (Ober. Rhonetal, Vintschgau etc.), doch sind die Jahressummen auch in der verhältnismäßig niederschlagsreichen Randzone des Gebirges örtlich sehr verschieden, wie die Stationspaare Chodschent—Dschisak und Margelan-Namangan beweisen. Fast ganz niederschlagslos ist die durch Randgebirge geschützte Hochsteppe; die extremen Jahressumen für Pamirski Post von 1894—1903 betragen 81 und 37 *mm*.

In einzelnen Örtlichkeiten der Gebirgsperipherie fallen wahrscheinlich viel höhere Niederschläge als aus den langjährigen Stationsbeobachtungen hervorgeht. Das Werk »Rossija« (s. Einleitung) teilt zum Beispiel mit, daß in Aktasch, einer Station im Gebirge, 70 Werst südöstlich von Taschkent, folgende Niederschlagsmengen gemessen wurden:

15. September 1900 bis 15. September 1901 ..... 767 *mm*
15. September 1901 bis 15. September 1902 .....1056 *mm*
15. September 1902 bis 1. Juli 1903 .....1594 *mm*

Taschkent gibt in den Jahren 1901—1903 eine mittlere Jahresmenge von 426 *mm* (464, 487, 327 *mm*). Wenn die Messungen in Aktasch verläßlich sind, so kann man die Ursache dieser für turkestanische Verhältnisse ungeheuerlich großen Niederschlagsmenge wohl nur in der großen Häufigkeit von Gewittern am Abfall des Gebirges gegen die Ebene sehen. Im Frühsommer sieht man von Taschkent oder Samarkand aus fast allabendlich zahlreiche Gewitterherde in den benachbarten Bergen, oft von stundenlanger Dauer, ohne daß diese Gewitter in die Ebene herabziehen würden. Unter diesen Umständen ist es möglich, daß Orte, die in dieser durch keine Station repräsentierten Zone liegen, viel höhere Niederschlagsmengen aufweisen als unsere Stationen der Gebirgsrandzone, die alle in einiger Entfernung von dem Steilabfall des Gebirges liegen.

Das Werk »Rossija« gibt auch Belege über eine Zunahme der Niederschläge in der Zeit von 1880—1905. Über den gleichen Gegenstand hat F. Machatschek (Met. Z. 1912, p. 449 ff.) geschrieben. Diese Tatsache aber als Beweis gegen die Austrocknung Turkestans in historischer Zeit auszunutzen oder gar den Schluß zu ziehen, daß Turkestan durch Zunahme der Niederschläge einer neuen, wirtschaftlichen Blüte entgegengeht, ist unzulässig.

---

[1] Der jährliche Gang des Niederschlages in Ostturkestan kann nur aus wenigen Jahrgängen abgeleitet werden.

	Winter	Frühling	Sommer	Herbst	Jahressumme
		Prozent			*mm*
Kaschgar (2 Jahre).....	5	**75**	7	13	41
Urumtschi (2 Jahre).....	12	21	31	**35**	226
Urga (8 Jahre)	2	9	**74**	15	244

Urga zeigt den rein kontinentalen Typus im Gegensatz zu Westturkestan; Kaschgar repräsentiert durch den regenarmen Sommer und das Frühlingsmaximum den Übergang zum subtropischen Gang in Westturkestan; der Gang in Urumtschi ist schwer zu deuten.

Das russische Stationsnetz läßt die Niederschlagsverhältnisse gerade jener Gebiete ungeklärt, die wir auf unserer Reise besuchten, besonders den Niederschlag in Mittelbuchara und dem Vorland des Hochgebirges in Ostbuchara.

Die kleine Niederschlagskarte in Rossija nimmt den Niederschlag in Mittelbuchara im Winter als reichlich und ungefähr dem Niederschlag im Samarkander Bezirk entsprechend an, ohne daß ersichtlich ist, auf Grund welcher Beobachtungen die Eintragungen für dieses Gebiet erfolgt sind. Immerhin dürfte die Einbeziehung des Bezirkes zwischen Amudarja und den von uns betrachteten Gebirgsketten in das niederschlagsreiche Gebiet mit Recht erfolgt sein.

In diesem Zusammenhange muß auf eine immerhin bemerkenswerte siedelungstechnische Beobachtung hingewiesen werden. Fast in ganz Turkestan findet man flache Dächer, die wie die Mauern selbst aus Lösslehm konstruiert werden und selbst in dem verhältnismäßig niederschlagsreichen Bezirke von Taschkent dem Regen mehr oder minder gut standhalten. In dem niedrigen Bergland nördlich des Amudarja jedoch, im Gebiete des Jachsu, um Baldschuan und Kangurt, beobachtet man, daß die flachen Dächer durch aufgesetzte steile Schilfdächer geschützt werden. Da Schilf in der Niederung überall vorhanden ist, zu diesem Zwecke aber nur in einigen Bezirken verwendet wird, muß man schließen, daß in diesen Bezirken die Niederschläge besonders ergiebig sind.

Diese Annahme wird noch durch eine andere Beobachtung gestützt. Im allgemeinen ist der an Ort und Stelle fallende Niederschlag nirgends für den Agrikulturbetrieb ausreichend. Überall ist man auf künstliche Bewässerung, auf Ausnutzung der Gebirgswässer angewiesen und selbst die Gerstenfelder, die man im Gebirge stellenweise bis 3100 *m* findet, werden durch Kanäle bewässert. Ohne den Schneefall im Gebirge wäre ganz Turkestan eine Wüste und unter den heutigen Verhältnissen trägt auch das Gebirge größtenteils das Gepräge einer Wüste. Wenn von Reisenden über die paradiesische Schönheit des Serafschantales, des Surchobtales und der Siedelungen am Pändsch berichtet wird, so bezieht sich das nur auf die künstlich bewässerten Schuttkegeloasen, deren Gärten den im allgemeinen wüsten- und steppenhaften Charakter dieser großen Gebirgstäler nur noch schärfer markieren.

Ich habe nur ein einziges, mäßig kultiviertes Gebiet gesehen, in dem künstliche Bewässerung eine geringe Rolle spielt und die Kultur offenbar mit den an Ort und Stelle fallenden Niederschlägen ihr Auslangen findet. Es ist das oben erwähnte Gebiet am Jachsu und um Baldschuan, ein Gebiet niedriger, flacher Bergketten, dem Gletscher vollkommen fehlen, während die Schneedecke sehr hoch sein soll. Ein ähnliches Gebiet findet sich wahrscheinlich bei Baissun, in den südwestlichen Ausläufern unseres Gebirgssystems. Es sind periphere, dem Hochgebirge vorgelagerte Berggebiete, die sich den wasserdampfreicheren West- und Südwestwinden als erstes Hindernis in den Weg stellen.[1]

Niederschlag im Gebirge; Schneedecke.

Die Hochsteppe stellt in idealer Weise ein beschränktes, durch Gebirge allseits abgeschlossenes Gebiet dar. Irkeschtam, in geringer Entfernung von Pamirski Post, aber außerhalb der Hochsteppe, hat einen dreimal so großen Jahresniederschlag, Khorog auf der Westseite des Gebirges, obwohl in einem der zentralen, niederschlagsarmen Täler, notiert viermal so viel Niederschlag wie die Hochsteppe. Im Winter fällt der Niederschlag auf der Außenseite der Randgebirge, während im Sommer die lokale Kondensation über der Hochsteppe wenig ergiebig ist. Über die Kondensationsbedingungen auf der Hochsteppe wird später berichtet.

Die Hochsteppe bleibt im Winter im allgemeinen schneefrei. Im Alai und den Tälern, die von Westen zur Hochsteppe hinaufführen, liegt viel Schnee. Über die Schneedecke der Pamirgebiete in

---

[1] Einige Angaben über maximale Niederschlagsmengen innerhalb 24 Stunden, aus zehnjährigen Beobachtungen ermittelt, sind nicht ohne Interesse:

	Petro Alexandrowsk	Taschkent	Pamirski Post
mittleres Tagesmaximum . *mm*	18	30	9
absolutes » *mm*	26	50	21

Die absoluten Maxima sind hoch für so trockene Gebiete. In Taschkent fielen die 50 *mm* am 28. Mai 1895 als Gußregen bei einem Gewitter, während in den am nächsten gelegenen Stationen, Dschisak und Chodschent, der ganze Monat ohne Niederschlag blieb. Nun gibt es sicher im Gebirgsabfalle Örtlichkeiten, die für Gewitterbildung und damit für solche Gußregen besonders günstig sind, so daß sowohl die hohen, früher erwähnten Jahressummen in Aktasch, besonders aber die großen Unterschiede zwischen den einzelnen Jahren verständlich erscheinen.

weiterem Sinne hat Capus[1] berichtet. Da spezielle Angaben über die Schneebedeckung der Gebiete zwischen der Gebirgsrandzone und Hochsteppe fehlen, gebe ich im Auszug wieder, was ich über die Schneedecke im Gebirge von den Einwohnern in Erfahrung bringen konnte. Sehr genau sind ja derartige Angaben gewiß nicht, aber in einem Gebiete, in dem der Niederschlag im Gebirge von so großer Wichtigkeit für das ganze Land ist, sind die Angaben wohl zuverlässig genug, um eine flüchtige Orientierung zu ermöglichen.

Mittelbuchara: In Duschambe (843 *m*) $^1/_4$ Arschin Schnee, der selten liegen bleibt. In den nördlich zum Kamme der Hissarischen Kette hinaufführenden Tälern nimmt Schneefall und Schneedecke rasch zu. Sangardak (1305 *m*) und Warsob (1390 *m*) Schneedecke zirka $^1/_2$ Arschin, die sich 2—$2^1/_2$ Monate hält. In Sigdi (1968 *m*), im weiten Talschluß des Warsob, Schneehöhe 3 bis $3^1/_2$ Arschin, bleibt mitunter 6 Monate. — Der in Anbetracht der Höhe geringe Schneefall der mittelbucharischen Niederung erklärt sich wohl durch die Gebirgsumrahmung, die gegen Süd zwar nicht hoch ist, aber doch den Winden viel Feuchtigkeit nehmen muß. Für die Gebirgstäler im Norden gilt dieser Schutz nicht mehr.

Besonders hoch scheint die Schneedecke in den niedrigen Bergen zu sein, die Mittelbuchara vom Wachschtal trennen. In Obi Garm 1393 *m* Schneehöhe 4—5 Arschin, Schnee bleibt oft bis Mitte Mai liegen[2]; daß hier und in Sigdi trotz geringer Seehöhe die Schneedecke im Winter ein ernstes Verkehrshindernis ist, beweist der Gebrauch von Schneereifen.

Ostbuchara: Jenseits des Wachsch, in dem niedrigen Bergland zwischen Wachsch und Jachsu, fällt in den Tälern wenig Schnee, aber viel Regen. Baldschuan (890 *m*) und Kuliab $^1/_2$ Arschin Schnee, bleibt nie lange liegen; Chowaling (1368 *m*) 1 Arschin; Saripul (1568 *m*) $1^1/_2$—2 Arschin; in den umliegenden, zwischen 2000 und 3000 *m* hohen Bergen soll die Schneedecke regelmäßig 3 Arschin hoch werden; ein im ganzen sehr niederschlagsreiches Gebiet (Schilfdächer).

Um so niederschlagsärmer sind die hinter den vorgelagerten Bergketten im Hochgebirge verlaufenden Täler. In Kalai ljabi ob (1543 *m*), Surchobtal, Schneedecke sehr wechselnd, $^1/_2$—3 Arschin, recht wenig im Vergleich zu dem oben erwähnten Obi Garm. Erst in höheren Lagen fällt in diesen inneren Tälern wieder viel Schnee. Der Schneereichtum des Alai (angeblich 4—5 Arschin) wurde bereits erwähnt. Auf der Tuptscheker Hochfläche (3150 *m*) tiefer Schnee, der erst Mitte Juni wegschmilzt. Der wichtige Verkehrspaß Gardani Kaftar (3676 *m*) ist von Anfang Juli bis Mitte November mit Pferden benutzbar.

Auch im Chingobtal ist im Vergleich zu den vorgelagerten niedrigen Bergen um Chowaling die Schneedecke nicht bedeutend. In Tabidara (1648 *m*) nur $^1/_4$—$^1/_2$ Arschin; der Ort liegt nahe Saripul (s. o.), aber nördlich der Vorberge. Argankun (2000 *m*) zirka 2 Arschin; Kalai Lodschirk (2205 *m*) $^1/_2$—1 Arschin, Schnee bis Ende Februar (?). Im Wantschtal: Kalai Rochar (1820 *m*) 1 Spanne Schnee; Sitarg (2250 *m*) $1^1/_2$—2 Arschin.

Die Vorberge fangen viel Niederschlag ab und bedingen dadurch Schneearmut in den zentralen Haupttälern; erst in größeren Höhen, wie im Alai, findet man auch im Gebiet der zentralen Täler, in den hochgelegenen Seitentälern und an den Gebirgshängen viel Schnee. Man findet also im Winter: Hochsteppe ohne Schnee; Außenseite der Randgebirge viel Schnee; zentrale Täler schneearm; periphere Berggebiete schneereich[3].

Im Sommer, in dem die Niederschläge ausgesprochen lokalen Charakters überwiegen, verhält es sich gerade umgekehrt. Da sind die peripheren Berge vollständig regenlos, aber die häufigeren Niederschläge in den zentralen Tälern sind immer sehr unbedeutend und für die Kultur ohne Belang; Tropfen

---

[1] G. Capus, Observations et notes météorologiques sur l'Asie Centrale et notamment les Pamirs. Bull. de la Soc. de Geogr. XIII, 1892. — Auszug in Hann, Hdbch. d. Klim. III, p. 223.

[2] In dieser derzeit prächtig kultivierten Berggegend soll früher alles unfruchtbar gewesen sein, bis die früher ansässigen Usbeken durch Tadschiken verdrängt worden sind.

[3] Ich habe nach durchschnittlich siebenjährigen Beobachtungen die Zahl der Schneetage ermittelt: Termes 3, Kerki 6, Petro Alexandrowsk 9, Taschkent 22, Margelan 13, Osch 20, Khorog 24, Irkeschtam (2 Jahre) 43, Pamirski Post 23 Tage. Der Unterschied zwischen Irkeschtam und Pamirski Post ist bemerkenswert. In Pamirski Post kann in jedem Monat Schnee fallen. Auch das Becken von Ferghana hat im Vergleich mit dem frei gelegenen Taschkent wenig Schneetage. Am seltensten sind Schneefälle am Mittellaufe des Amudarja (Kerki, Termes); hier gibt es ausnahmsweise Jahre, in welchen kein Schnee fällt; aber auch die Bildung einer regelrechten Schneedecke ist eine Seltenheit. — Die Zahl der Schneetage variiert von Jahr zu Jahr sehr stark: Taschkent 36 und 8, Margelan 24 und 6, Pamirski Post 31 und 9. Geringer Schneefall im Gebirge bringt Mißernten. — In Taschkent kommt es nicht selten im April noch zu Schneefällen, bei einer mittleren Apriltemperatur wie in Neapel oder Athen; der Schaden an den Obstkulturen ist dann oft ein sehr bedeutender; das Becken von Ferghana ist geschützter. Schneefall bereits im Oktober ist in Taschkent höchst selten. Khorog, 2105 *m*, um 4° südlicher als Taschkent, hat gleich viel Schneetage wie Taschkent, aber trotz seiner Höhe im April nur ausnahmsweise Schneefall; auf das günstige Klima dieser Gebirgsoasen wurde bereits hingewiesen.

auf einen heißen Stein. Wir hielten uns vom 1. Juli bis 30. September im Gebiete des Surchob und Chingob auf. Während dieser drei Monate wurde in Baldschuan, in den südlichen Vorbergen niemals Regen beobachtet, während in Margelan (Ferghana) und auf der Hochsteppe an drei Tagen nicht meßbarer Niederschlag notiert ist. Während dieser in der Niederung und auf der Hochsteppe regenlosen drei Monate notierte ich im Gebiete der inneren Täler, zwischen Randbergen und Hochsteppe, an 27 Tagen Niederschlag, also fast an einem Drittel aller Tage! Fünf Tage, die mit Bewölkungszunahme auch in Margelan und Pamirski Post verbunden waren, hatten tagsüber schlechtes Wetter mit scharfem Temperaturrückgang, während die übrigen 22 beobachteten Niederschläge ausgesprochen lokaler Entstehung waren. Der Niederschlag war dabei immer recht geringfügig, in den Tälern kurzer, großtropfiger Regen, im Hochgebirge kurze Graupelschauer, beides häufig mit elektrischen Entladungen.

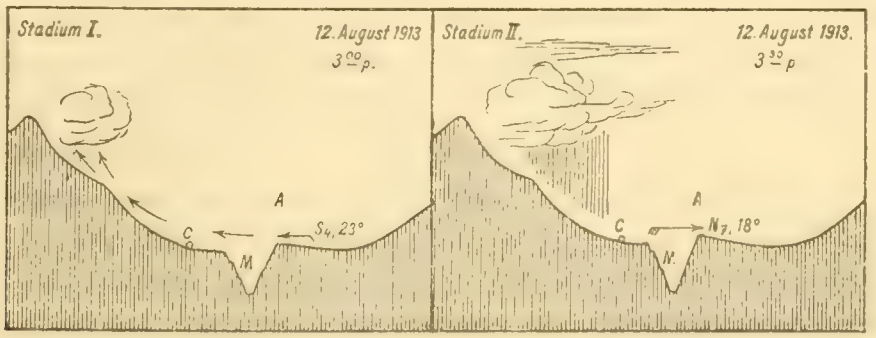
Gewitter im Gebirge.

Die Beobachtungen der russischen Stationen geben kein zutreffendes Bild der Gewitterhäufigkeit: In der Wüsten-Steppenzone zirka 7 Gewittertage im Jahr, Taschkent 14, Margelan 8, Osch 6, Pamirski Post 5, Irkeschtam 8. Der Schluß, daß in den Alai-Pamirgebirgen Gewitter sehr selten sind, ist aber nicht zutreffend. Der sicher sehr gewitterreiche Abfall des Gebirges zur Randzone ist durch keine Station vertreten.

Auch die zentralen Gebirgsteile, von der Hochsteppe abgesehen, haben im Sommer häufig Gewitter, die gewöhnlich in der Gehänge- und Gipfelregion sich abspielen, dabei aber, an alpinen Nachmittagsgewittern gemessen, einen ausgesprochenen Miniaturcharakter tragen, bezüglich räumlicher Ausdehnung des Gewitterprozesses und Ergiebigkeit der Niederschläge. Ich habe nie beobachtet, daß ein lokales Gewitter sich von seinem Entstehungsorte längs des Gebirghanges verschoben hätte. Der Gewitterprozeß breitete sich wohl lateral und nach oben aus, aber er entstand und erlosch am gleichen Ort, wobei die oberen Kessel kleiner Seitentäler als Entstehungsort bevorzugt werden. Erstaunlich war dabei, daß trotz des geringen Umfanges der meisten dieser Gewitter die Luft oft in beträchtlicher Entfernung vom Herde des Gewitters in stürmische Bewegung versetzt wurde. Die Beschreibung eines derartigen Gewitters zeigt die Vorgänge am deutlichsten.

Gewitter am 12. August 1913. Beobachtet im Muksutale, südlich der Ortschaft Chodschatau, 2630 *m* (Punkt *C* der Figur); eigener Standpunkt bei *A* (2650 *m*) im südlichen Talgehänge auf einer vorspringenden Bergecke oberhalb der Einmündung des Sagrantales in die Muksuschlucht. Entfernung *A* bis *C* in Luftlinie zirka 4 *km*. Das Gewitter entwickelte sich in einem

Fig. 7.



steilen Kessel, im Gehänge des Gebirges, das sich nördlich oberhalb Chodschatan bis zirka 4500 *m* erhebt. Der 12. August brachte Ausheiterung mit kräftiger Erwärmung nach einem Kälteeinbruch mit Neuschnee in höheren Lagen; während der in Betracht kommenden Nachmittagsstunden muß äußerst rasche Temperaturabnahme mit der Höhe angenommen werden.

Stadium I. 3 p. Geringe Cumulusbildung im Talschlusse ober Chodschatau, Basis der Wolkenbildung zirka 4000 *m*. Auffällig war nur starker Südwind (S_4), da im Ausgange des Sagrantales Talwind entgegengesetzter Richtung zu erwarten gewesen wäre. Der kräftige Talwind des gegenüberliegenden Gehänges übte offenbar eine aspirierende Wirkung auch auf die Luft des südlichen Gehänges und Seitentales. Temperatur in *A* 23°. Situation bleibt geraume Zeit stationär ohne auffällige Zunahme der Wolkenbildung. Übergang zum Stadium II. vollzog sich ungemein rasch.

Stadium II. 3^{30} p. Cumulusbildung nimmt außerordentlich rasch zu; Ausbildung eines wenig ausgedehnten Cirrostratusschirmes; unterhalb der Wolken Regenschleier (Graupeln), elektrische Entladungen. Kurze Zeit nach Ausbruch des Gewitters Umschlagen des Windes in *A* nach *N*, für kurze Zeit Sturmesstärke (*N* 7—8), gleichzeitig Abkühlung um 5°. Das Gewitter erlosch nach kurzer Dauer am Orte seiner Entstehung; der Regenschleier hatte sich maximal bis über das Gehänge zwischen *M* und *A* ausgebreitet. Der Cumulus löste sich rasch, der Cirrostratus langsamer. Abends gingen im oberen Muksutal und im hinteren Sagrantal Gewitter nieder.

Die beobachteten Vorgänge weisen durch die überaus rasche Entwicklung auf den Umsturz labil geschichteter Luftmassen hin. Der infolge starker Erwärmung des sonnseitigen Hanges oberhalb *C* sehr kräftige Talwind saugte die sicher sehr stark überwärmte Luft des Sagrantales hinüber gegen *C*. Nach den Temperaturgradienten im Gehänge dieser Gebirge in den Nachmittagsstunden muß ober *C* labile Schichtung angenommen werden, die durch Zufluß von Luft aus dem Sagrantale noch gesteigert wurde. Die Stabilisierung des Gleichgewichtes trat durch Umsturz ein, die kalten Luftmassen der Höhe schoben sich, wohl längs des Gehänges, unter die überwärmte Luft ein, die selbst stürmisch aufstieg, unter rapider Wolkenbildung und Niederschlag. Die kalte Luft mußte, wenn labile Temperaturschichtung vorausging, auch im Niveau *C*—*A* noch abkühlend wirken; der Nordsturm in *A* ist nichts anderes als die herabsinkende kalte Luft, die sich in der Tiefe ausbreitet. Nach Stabilisierung des Gleichgewichtes entfiel jede Ursache für eine Fortdauer des Gewitterprozesses.

Der Mechanismus der lokalen Wärmegewitter in den Alpen ist vermutlich ein ganz ähnlicher. Aber ich habe in den Alpen nie so isolierte Miniaturgewitter gesehen, bei welchen der ganze Gewitterkörper zu übersehen gewesen wäre. In den Alpen greift der Gewitterprozeß auch meist auf Nachbargebiete über, die Gewitter pflanzen sich scheinbar längs der Hänge fort; es ergeben sich wenig übersichtliche und irreführende Beobachtungen.

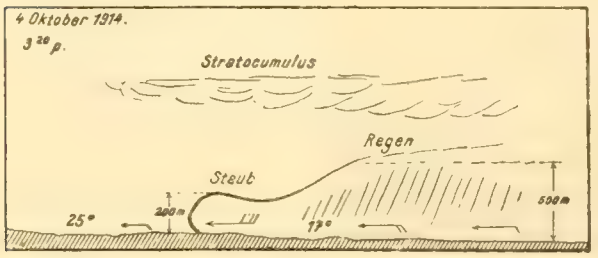
Es kommen in diesen Gebirgen natürlich auch Gewitter nicht lokalen Ursprunges vor. Die bei Besprechung der Staubnebel erwähnten Kältewellen (Wetterstürze) lassen sich sogar bis in die Hochsteppe verfolgen, wobei es stellenweise auch zu Gewittern an der Front der einbrechenden kalten Luftmassen kommt. Ein am 4. Oktober 1913 in Mittelbuchara (zwischen Kafirnihan und Duschambe) beobachteter Böeneinbruch erscheint mir als großartiges Naturexperiment einer kurzen Schilderung wert.

Böe in Mittelbuchara am 4. Oktober 1913.

Bereits morgens kündigte sich der bevorstehende Wetterumschlag in Feisabad, 1230 *m*, durch einen kurzdauernden Weststurm, leichten Regen und typisch entwickelten Mammatocumulus an. Später abnehmende Bewölkung bei Windstille. Um 3 p. ritten wir in der sehr breiten Talebene des Flusses Kafirnihan (östlicher Teil Mittelbucharas) westwärts, als vom Westen eine fahlgelbe, nach oben scharf begrenzte, der Farbe nach weithin als Sand und Staub kenntliche Mauer heraufzog, die die ganze Talbreite ausfüllte und durch rasches Wachstum nach oben rasche Vorrückung verriet: das typische Bild eines herannahenden Sandsturmes. Oberhalb der vorrückenden Luftmassen bildete sich Stratocumulus.

Durch den zufälligen Umstand, daß die Front der Böe sich südlich des Flusses Kafirnihan im flacheren Teil der Talebene sich rascher vorschob als nördlich des Flusses, konnten wir die in beistehender Figur schematisch wiedergegebene Form der Böenfront, durch groben, gelben Staub sichtbar gemacht, beobachten, ehe das Sturmfeld uns selbst erreichte.

Fig. 8.



Die Front der Böe war durch ein kopfähnliches Gebilde dargestellt, von zirka 200 *m* Höhe, ganz den Ergebnissen entsprechend, die W. Schmidt[1] hauptsächlich aus Laboratoriumsexperimenten abgeleitet hat, während die Beobachtung in der Natur nur dann möglich ist, wenn der Böenkörper durch Suspensionen irgendwelcher Art sichtbar gemacht wird. An den erwähnten Kopf schloß sich, rasch nach oben wachsend, die Hauptmasse der Böe an, durch Staub bis zu einer Höhe von zirka 500 *m* sichtbar gemacht. Der Staub war grobkörnig, von den feinen Staubnebeln der Hochregion sehr verschieden.

Wir selbst gerieten in den nördlichen Flügel der Böe. Der Wind, vorher schwach, wurde zum Weststurm von der Stärke 8 bis 9, hielt aber in dieser Stärke nur einige Minuten an. Der Sand war

1 W. Schmidt, Gewitter und Böen, rasche Druckanstiege. Sitzber. d. k. Akad. d. Wiss. Bd. CXIX, Wien, Juli 1910.

äußerst unangenehm, verschwand aber, da 3 bis 4 Minuten nach Einsetzen der Böe ein Regenguß niederging. Die Temperatur fiel um 8°. Das Wetter blieb bei Westwind böig mit zeitweisem Niederschlag, auch in den nächsten Tagen.

Daß der von der Böe mitgeführte Staub, der den Böenvorgang in unübertrefflich deutlicher und eindrucksvoller Form sichtbar gemacht hat, aus den Wüsten im Westen stammte, braucht nicht angenommen zu werden, da derart starker Wind im Herbst in ganz Turkestan Gelegenheit findet, sich mit Staub zu beladen. Die scharfe Abgrenzung der Staubmasse zeigt aber auf jeden Fall, daß die Böe wenigstens in ihren frontalen Teilen ein in sich abgeschlossener Luftkörper ist, streng geschieden von den Luftmassen, die durch die Böe verdrängt werden.[1]

Taubildung.

Trotz der großen Trockenheit der Luft ist Taubildung sowohl in der Niederung wie im Hochgebirge sehr häufig. Tau und Reif wird in den Stationen zu unregelmäßig und ungenau beobachtet, als daß die Ermittlung der Häufigkeit sich lohnen würde. Wie häufig Taubildung ist, geht daraus hervor, daß zum Beispiel in Margelan in der Zeit vom 15. Mai bis 15. Oktober 1913 an 130 Tagen Tau beobachtet wurde; Taubildung ist hier alltäglich. In Pamirski Post wurde anscheinend der Tau nicht notiert; auf der Tuptscheker Hochfläche und in den Gebirgstälern beobachtete ich oft reichlichen Tau.

Da zum Beispiel in Tuptschek der Einfluß wasserdampfhaltiger Bodenluft auf die Taubildung wegen der Trockenheit des Bodens nur sehr klein sein kann, andrerseits die Trockenheit der Luft auch nachts sehr groß ist, hat mich die Häufigkeit und Ergiebigkeit des Tauniederschlages oft in Verwunderung gesetzt. Aber die enorme Abkühlung des Bodens und der Luft unmittelbar über dem Boden ist eine ausreichende Ursache, wie ich an einem Beispiel zeigen will.

			Temperatur	rel. Feuchtigkeit	Dampfdruck	Taupunkt
Tuptschek 3150 *m*.	16. Juli:	$8^h\ 15'$ p.:	8·4°	47 %	3·9 *mm*	— 2·3
	17. Juli:	6 a.:	6·6°	57 %	4·2 *mm*	— 1·3

Messung von Temperatur und Feuchtigkeit bezieht sich auf eine Höhe von 1·80 *m* über dem Boden. Nimmt man an, daß der Dampfdruck bis zum Boden der gleiche ist, so ist Taubildung möglich, wenn die dem Boden nächste Luftschichte eine Temperatur von — 2·3° annimmt. Nun war bereits das Minimum der Lufttemperatur — 2·5° (um 5 a.), während ein auf dem Boden liegendes Minimumthermometer sogar — 3·5° anzeigte. Da der Taufall aber sehr reichlich war, andrerseits abends nur 4 *g* Wasserdampf in 1 m^3 vorhanden waren, kann der Tau nicht durch den Wasserdampf einer ganz seichten Schichte geliefert worden sein.[2] Nun war einerseits auch in der Luft bis wenigstens 2 *m* über dem Boden die Abkühlung stark genug, um einen geringen Teil des Dampfgehaltes zu kondensieren. Andrerseits weist so reichliche Taubildung bei geringem Dampfgehalt der Luft darauf hin, daß hier eine Art konvektiver Luftbewegung mitspielt. Durch die erste Taubildung wird Wärme frei, die unterste Luftschichte erwärmt; letztere steigt auf und Luft, die noch keinen Niederschlag geliefert hat, sinkt zu Boden, wird abgekühlt und scheidet einen Teil ihres Dampfgehaltes aus. Durch die stete Wiederholung des Vorganges, der im ganzen natürlich keine sehr hohe Luftschichte betrifft, erklärt sich die unter den obwaltenden Verhältnissen sonst schwer verständliche Menge des bis zum Morgen gefallenen Taus.

---

[1] Eine bemerkenswerte Gewittererscheinung beobachtete ich als Kriegsgefangener im Juni 1915 in Taschkent. Ungefähr um 11 a. zog bei sonst völlig wolkenlosem Himmel ein einzelner, wenig ausgedehnter, fast kugelförmiger Cumulusballen in geringer Höhe sehr rasch über uns hinweg. Ehe er ober uns in das Zenith kam, krachte ein lauter Donner, ohne sichtbaren Blitz, ohne Andeutung einer höheren Wolkenbildung. Als die Wolke, deren Durchmesser sicher nicht 1 *km* betrug, über uns ging, bekamen wir einige Tropfen. Die Wolke löste sich nicht auf, sondern zog rasch gegen Osten ab. Ich habe auch in Turkestan sonst nie einen ähnlichen Vorgang beobachtet.

[2] Durch die Abkühlung der Luft auf — 3·5° werden von den 4 *g* Wasserdampf nur 0·5 *g* ausgeschieden, das heißt einer Bodenfläche von 1 m^2 wird durch die Taubildung im 1 m^3 nur 0·5 *g* Wasser zugeführt, während zum Beispiel Ferrero in Turin pro Taunacht einen Niederschlag von 130 *g* pro 1 m^2 Bodenfläche (im Mittel) gemessen hat. Nehmen wir an, daß der Taufall in Tuptschek nur halb so groß war als der mittlere Tauniederschlag in Turin, so muß man die Kondensation bereits in mehr als 100 m^3 vor sich gehen lassen, um unter den Anfangsbedingungen des mitgeteilten Falles, bei einer Abkühlung auf — 3·5°, einen Niederschlag von zirka 65 *g* pro Quadratmeter zu erhalten. Da diese Abkühlung der Luft auf — 3·5° aber nur in nächster Nähe des Bodens eintreten kann, muß man annehmen, daß die Luft sukzessive in Partien zum Boden herabsinkt.

In der Niederung liegen die Verhältnisse für häufige Taubildung günstiger. Für Taschkent findet man zum Beispiel im Juli durchschnittlich um 9 p.: Temperatur 24·8° relative Feuchtigkeit 52%, Dampfdruck 12·0 *mm*, Taupunkt 14·1°. Die Lufttemperatur sinkt während der Nacht in zirka 3 *m* Höhe über dem Boden im Mittel auf 18°; eine um 4° niedrigere Temperatur der Bodenoberfläche tritt wohl allnächtlich ein.

Nicht die Taubildung, sondern nur der oft reichliche Taufall ist demnach bemerkenswert. Man sieht gleichzeitig, wie außerordentlich ungünstig die Verhältnisse für Bildung von Bodennebel liegen, da man bereits zur Erklärung der Taumengen in diesen trockenen Gebieten den Dampfgehalt einer Luftschichte von beträchtlicher Höhe in Berücksichtigung ziehen muß.

Hagel und Graupeln.

Hagel scheint in ganz Turkestan selten zu sein. Aus achtjährigen Beobachtungen ergibt sich pro Jahr die Zahl der Tage mit Hagel: Taschkent 1·5, Margelan 0·1, Osch 1·6, Pamirski Post 1·0. In Khorog wurde in 5, in Irkeschtam in 2 Jahren kein Hagel beobachtet. Graupelfall ist hingegen im Hochgebirge im Sommer sehr häufig. Speziell in der Region der Gletscher findet im Sommer eine nicht unbeträchtliche Niederschlagszufuhr durch Graupelfall ein, der durch die mächtigen Cumulusmassen über den Bergketten geliefert wird; ich glaube aber, daß dabei den Gletschern nur zurückerstattet wird, was ihnen einige Stunden früher durch Verdunstung entzogen wurde, so daß für die Ernährung der Gletscher der häufige Graupelfall im Sommer außer Betracht bleiben kann.

Höhenlage der Kondensationsgrenze in der Niederung und über der Hochsteppe.

In einem Gebiet, in dem wenigstens im Sommer Einwirkung von außen her auf den Witterungsablauf höchst selten ist, während andrerseits die völlige Regenlosigkeit der Niederung zu den Sommerniederschlägen im Gebirge in schroffem Gegensatz steht, ist eine rohe, orientierende Betrachtung über die mittlere Kondensationshöhe h in den verschiedenen Monaten nicht ohne Interesse.

Wir benutzen zur Berechnung der Kondensationshöhe die Näherungsformel von Hennig:[1] $h = 122\ (t - \tau)$, in der t die Lufttemperatur, τ die dem herrschenden Dampfdruck entsprechende Taupunktstemperatur ist. Berechnet wird, wie hoch in den einzelnen Monaten die Luft aufsteigen muß, damit Kondensation eintritt. Wir rechnen h gesondert für 7 a. und 1 p. Morgens erhält man viel kleinere Werte für h, da die untersten, dem Boden nahen Schichten kälter und feuchter sind als höhere Schichten. Die für 7 a. berechneten Werte geben an, in welchen Höhen Kondensation beginnen kann; aber für Kondensation in dieser geringen Höhe steht nur die seichte, bodennahe Luftschichte zur Verfügung, in der morgens die Temperatur nach oben zunimmt. Die für 1 p. berechneten Werte von h haben viel allgemeinere Bedeutung, natürlich nur dann, wenn Ursachen vorhanden sind, die die Luft tatsächlich bis in die Höhe h befördern.

Kondensationhöhe h.

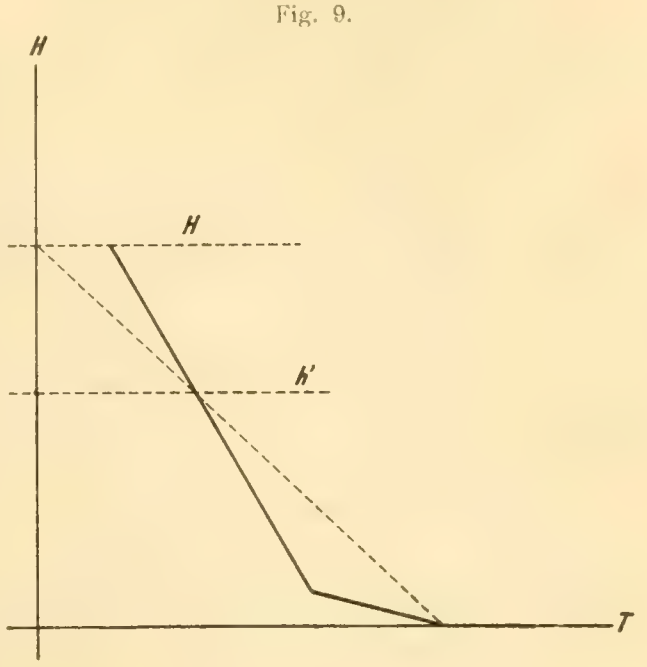
		Jänner	April	Juli	Oktober
Taschkent.....	7 a.	329	598	1049	512 *m*
	1 p.	756	1379	2269	1510 »
Pamirski Post.....	7 a.	—	768	1232	842 »
	1 p.	756	1765	2184	1708

Taschkent: Im Winter ist h klein, aber die Temperaturschichtung so stabil, daß Kondensation infolge lokaler Konvektion sehr unwahrscheinlich ist. Die Niederschläge werden im allgemeinen durch das Eindringen von Luftströmungen aus anderen Gebieten erzeugt werden. Im April hingegen sind trotz starken Anwachsens der Kondensationshöhe lokale Niederschläge am wahrscheinlichsten, wegen der in dieser Jahreszeit sehr starken Erwärmung des Bodens und der untersten Luftschichten, während die höheren Luftschichten noch kalt sind. Der für 1 p. berechnete Wert von h entspricht dem Betrage nach den Erfahrungen, die man anderwärts über den Wirkungsbereich der täglichen Konvektionsvorgänge gewonnen hat. Im Juli hingegen liegt unter den durchschnittlichen Temperatur- und Feuchtigkeitsverhältnissen die Kondensationshöhe so hoch, daß man die Unmöglichkeit bedeutender lokaler Niederschläge durch eine rohe quantitative Betrachtung dartun kann.

[1] R. Hennig, Met. Z., 1895, p. 125 ff.

Die Betrachtung stützt sich auf den in nebenstehender Figur angedeuteten Vorgang. In einem System, das die Änderung der Temperatur mit der Höhe zu verfolgen erlaubt, ist die ausgezogene Linie eine Temperaturzustandskurve, charakteristisch für Juli und Mittag, unter der Annahme stark überadiabatischen Temperaturgefälles in den untersten Schichten. Die gestrichelte Linie ist die Zustandsänderungskurve für den Fall, daß die überwärmte Luft vom Boden aufsteigt; ihr Aufsteigen unter adiabatischer Abkühlung kann nur bis in jene Höhe h' vor sich gehen, die durch den Schnittpunkt beider Kurven gegeben ist.

Fig. 9.



Wir berechnen h' für Taschkent, Juli, 1 p, Temperatur 34°. Auf Seite 54 wurde gefunden, daß im Juli die isotherme Fläche von 0° über der Niederung in einer Seehöhe von 4880 *m* liegt (Höhe H); mittlerer Gradient Taschkent — H 0·78°/100 *m*. Unter der sicher übertriebenen Annahme, daß bis in eine Höhe von 400 *m* über Taschkent ein überadiabatischer Gradient von 1·5°/100 *m*, oberhalb bis H ein Gradient von 0·72°/100 *m* herrsche, ergibt sich h', das heißt die Höhe, bis zu der die Luft vom Boden aufsteigen kann, zu rund 1700 *m*. Die Kondensationshöhe h ergibt sich gleichzeitig zu 2269 *m*, das heißt selbst unter der gemachten, übertriebenen Annahme kann Kondensation nicht eintreten. Da im Sommer Kältewellen und dergleichen von außen kommende Störungen höchst selten sind, erklärt sich der niederschlagslose, wolkenlose Sommer Westturkestans von selbst.[1] Für April und Oktober kann man eine analoge Betrachtung nicht durchführen, weil in diesen Monaten die Höhenlage der 0° Fläche viel zu wenig genau bestimmt ist.

Pamirski Post: Für die Hochsteppe haben sich Werte der Kondensationshöhe h ergeben, die ungefähr mit jenen in der Niederung übereinstimmen. Im Jänner und Winter überhaupt ist lokale Kondensation wegen der äußerst stabilen Temperaturschichtung ausgeschlossen. Umso günstiger sind die Bedingungen im Frühling, da zum Beispiel im Mai sich zwischen der Hochfläche und der Höhe der 0°-Fläche (4300 *m*) sich je nach der Tageszeit Gradienten von 1 bis 1·5° ergeben. Die konvektiv aufsteigenden Luftmassen können also immer ihre Kondensationshöhe erreichen. Tatsächlich findet man auf der Hochsteppe auch im Mai und Juni die häufigsten und ergiebigsten Niederschläge. Da die Erwärmung im Laufe des Sommers in große Höhen vordringt, werden im Hochsommer die Bedingungen für lokale Kondensationsvorgänge wieder ungünstiger. Aber selbst im Juli und August ist der Temperaturgradient um 1 p zwischen Pamirski Post und 0°-Fläche 1·18°, beziehungsweise 1·08°, wobei der Gradient in den unteren Schichten größer, in den höheren kleiner sein wird. Aber die Bedingung zum Aufsteigen der Luft bis in das Kondensationsniveau (2184 *m* über der Hochsteppe im Juli) ist im Sommer in den heißen Tagesstunden stets vorhanden, woran selbst bedeutende Irrtümer in unserer Berechnung der Höhenlage der 0°-Fläche nichts ändern können.

Unter diesen Umständen kann die Frage gestellt werden, warum auf der Hochsteppe Wolkenbildung und Niederschlag in der wärmeren Jahreshälfte nicht alltäglich eintritt. Die große Trockenheit der Luft ist kein Argument dagegen, da der geringe Dampfgehalt ja in die Berechnung der Kondensationshöhe miteinfließt. Die Beantwortung der Frage liegt vielmehr darin, daß die den günstigen Auftriebsverhältnissen entsprechende Häufigkeit von Wolken und Niederschlag nicht an Ort und Stelle über Pamirski Post beobachtet wird, sondern in den Randgebirgen, da im Gebirge die Konvektion in der Form regelmäßiger Luftströmungen (Tal- und Bergwind) vor sich geht. Als Talwind steigt die erwärmte Luft längs der Berghänge in die Höhe und die Kondensationsprodukte sammeln sich nicht über den tiefen Gebieten der Hochsteppe und der großen Täler, sondern seitlich über den Gebirgskämmen. Auf die Häufigkeit der Wolkenbildung und Niederschläge, wenn letztere auch wenig ergiebig sind, im Hochgebirge wurde bereits früher hingewiesen.[2]

[1] Daß unter ähnlichen, der Wolkenbildung eher noch ungünstigeren Bedingungen in Ostturkestan im Sommer trotzdem eine viel stärkere Bewölkung beobachtet wird, ist nur ein Zeichen dafür, daß diese stärkere Wolkenbildung nicht lokalen Ursprunges ist. Die häufigen und ergiebigen Sommerniederschläge Osttibets weisen ja auch deutlich auf noch vorhandenen Monsuneinfluß hin. Der Bereich stärkerer Bewölkung erstreckt sich dabei natürlich viel weiter als der Bereich der Niederschläge.

[2] Ein Faktor, der stark vermindernd auf den Auftrieb der überwärmten Luft einwirkt, ist ohne Zweifel die überaus starke lokale Staubentwicklung auf der Hochsteppe. Nach Olufsen nimmt im Sommer die konvektiv aufsteigende Luft so große Massen von Staub mit sich, daß der Sonnenrand unscharf wird und die Sonne selbst von einem rot-grünlichen Dunst umgeben ist. Nachts sinken diese Staubmassen wieder zu Boden. Tagsüber aber muß der Transport dieses Staubes und sein Schweben den Auftrieb der warmen Luft stark beeinträchtigen; ohne Angaben über den Staubgehalt pro m^3 läßt sich der Effekt freilich nicht abschätzen. Vielleicht sind es auch diese Staubmassen, die im Sommer in Pamirski Post nach Sonnenuntergang einen so vehement raschen Temperaturfall wie auf der staubfreien Tuptscheker Hochfläche verhindern.

Da die 0°-Fläche im Gebiete der Hochsteppe im Juli und August in einer Seehöhe von 5200 bis 5400 *m* angenommen werden kann, während die Kondensationshöhe (h = 2100 bis 2300 *m*) in Seehöhen von 5600 bis 5800 *m* liegt, ergibt sich, daß die Kondensation auch im Hochsommer nur in der Nähe und meist erst unterhalb des Gefrierpunktes eintreten kann, wodurch sich die Häufigkeit von Graupelfällen im Hochgebirge ohne weiteres erklärt. Vereinzelnte große Regentropfen, die dabei mitunter in die Talregion fallen, sind wohl meistens geschmolzene Graupelkörner.

Die für 7 a. berechneten Werte von h wurden nicht in Betracht gezogen. Sie stellen die viel niedrigere Kondensationshöhe für die seichten, durch starke Wärmeabgabe in Bodennähe abnorm erkalteten untersten Luftschichten dar, die gewöhnlich nach oben durch eine Fläche mit diskontinuierlichem Übergang zu höherer Temperatur scharf begrenzt sind. Allerdings sind diese Luftschichten die ersten, die nach Beginn der Konvektion aufsteigen. In der Tat beobachtet man in den Alpen an schönen Sommertagen häufig leichte Wolkenbildung — oft in der Form von Wolkenbänken im Gehänge der Berge — in den Morgenstunden, die sich bald wieder löst. Die bodennahen, morgens durch Temperaturumkehr ausgezeichneten Schichten sind aber zu wenig mächtig, um trotz der geringen Kondensationshöhe zu starker Wolkenbildung Veranlassung zu geben. Daß zwischen diese erste und die später einsetzende umfangreiche Wolkenbildung in größerer Höhe eine wolkenfreie Zwischenzeit eingeschaltet ist, hängt vielleicht mit der früher erwähnten Fläche diskontinuierlichen Temperaturüberganges zusammen. Auf jeden Fall kommt den für 7 a. berechneten Werten von h keine größere Bedeutung zu.

Der große Gegensatz, der zwischen Niederung und Hochregion (inklusive Hochsteppe) bezüglich der Häufigkeit von Kondensationsvorgängen im Sommer besteht, dürfte durch diese orientierende Betrachtung genügend geklärt sein. Der viel größere absolute Dampfgehalt der Niederung im Sommer gibt deshalb nicht zu häufiger lokaler Wolkenbildung Veranlassung, weil die Bedingungen für das Aufsteigen der überwärmten Luft bis in Kondensationshöhe fehlen, während über der Hochsteppe und (abgeschwächt) im Hochgebirge diese Bedingungen infolge der ausnehmend raschen Temperaturabnahme mit der Höhe immer gegeben sind. Von Einflüssen der allgemeinen Druckverteilung (Einfluß des subtropischen Hochdruckgürtels) können wir dabei ganz absehen; sie verschärfen den Gegensatz zwischen Niederung und Hochgebirge und sind in vollem Ausmaße zu berücksichtigen, wenn man die Gegensätze zwischen West- und Ostturkestan diskutiert.

17. Windverhältnisse.

Nach einem kurzen Überblick über die Windverhältnisse des ganzen Gebietes auf Grund einiger, repräsentativer Stationen wird die Luftbewegung in den Gebirgstälern und auf der Hochsteppe eingehender besprochen.

Tabelle 20.

Windhäufigkeit (Terminstunden); Jahresmittel.

	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Calm.
Niederung:									
Petro Alexandrowsk	**257**	134	89	39	27*	49	80	94	325
Taschkent	**172**	**176**	160	82	63*	73	72	159	143
Samarkand	35	47	113	**205**	137	104	62	33*	350
Gebirge:									
Khorog	9	22	**118**	29	43	35	**157**	37	618
Irkeschtam	14	47	47	47	121	**483**	152	11	104
Pamirski Post	**97**	**111**	59	74	**116**	**137**	61	55	386

(Mittel aus 5 Jahren).

Windhäufigkeit; Jahreszeitenmittel.

	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Calm.
Taschkent:									
Winter	32	**54**	**49**	26	20	18	11	27	34
Frühling	**50**	**47**	32	21	20	17	15	**45**	29
Sommer	**45**	31	36	21	14	21	23	**43**	42
Herst	**45**	**43**	**44**	14	10	18	23	**44**	32
Pamirski Post:									
Winter	26	**34**	9	16	23	**27**	15	14	107
Frühling	22	**34**	16	16	33	**46**	12	13	82
Sommer	26	**27**	14	21	27	**42**	18	20	81
Herbst	**23**	15	19	20	**33**	22	15	9	115

Die Niederung ist in der Tabelle durch Petro Alexandrowsk, Taschkent, Samarkand vertreten; insoferne charakteristische Stationen, als sie gerade jene Erscheinung gut erkennen lassen, die den Windverhältnissen in ganz Westturkestan ein auffälliges Gepräge gibt: In allen Stationen, die unterhalb 500 *m* liegen (neben Petro Alexandrowsk und Taschkent noch Kasalinsk, Turkestan, Namangan, Kerki) herrschen Nordwinde vor, wobei sich von Nord nach Süd (Kasalinsk—Kerki) die häufigste Richtung von NE über N nach NW verschiebt.

Die Stationen zwischen 500 und 2000 *m* (Aulie Ata, Prschewalsk, Narynsk) verhalten sich wie Samarkand mit ausgesprochen vorherrschenden Südostwinden, ohne daß man lokale Einflüsse (Talrichtung etc.) für das Vorherrschen dieser Richtung verantwortlich machen könnte. In noch größerer Höhe finden wir Irkeschtam als charakteristische Station mit weitaus überwiegenden Südwestwinden.

Khorog und Pamirski Post haben Häufigkeitsmaxima bei zwei einander entgegengesetzten Richtungen, worin sich von vornherein überwiegender Lokaleinfluß (Wechsel von Berg- und Talwind) kundgibt. Die in Irkeschtam ausschließlich wehenden Südwestwinde stehen in Übereinstimmung mit den Erfahrungen aller Reisenden.

Die Tatsache, daß zwischen 500 und 700 *m* die unten in ganz Turkestan vorherrschenden Nordwinde plötzlich in Südwinde übergehen, ist eine der merkwürdigsten Erscheinungen in den mittleren meteorologischen Zuständen Westturkestans. Ehe nicht ein umfangreicheres Beobachtungsmaterial vorliegt, dürfte eine gründliche Untersuchung dieser bisher anscheinend nicht beachteten Erscheinung auf große Schwierigkeiten stoßen. Wen man bedenkt, daß die Höhe von zirka 500 *m* auch das Gebiet weit verbreiteter winterlicher Temperaturumkehr (siehe Abschnitt 1) nach oben abschließt, so liegt es allerdings nahe, gerade in den untersten Luftschichten ein vorwiegendes Einströmen kälterer Luft von Norden her anzunehmen. Da aber in den unteren Schichten die Nordwinde auch im Sommer vorherrschen, muß man mit Rücksicht auf das im Sommer sehr langsame, süd-nördliche Temperaturgefälle schließen, daß zumindest nicht die Temperaturgegensätze allein das Vorherrschen der Nordwinde in einer so seichten Schichte erklären können. Dadurch, daß die allgemeine Luftdruckverteilung in Mittelasien vom Winter zum Sommer die bekannte gründliche Umgestaltung erfährt, werden die in allen Jahreszeiten vorherrschenden Nordwinde unterhalb 500 *m*, die Südwinde ober 500 *m* noch schwerer erklärlich. Man hat fast den Eindruck, daß die Nordwinde der tiefsten Schichten passatartigen Charakter haben, während bereits in geringen Höhen eine Art von Antipassatströmung vorherrschend wird — eine in Anbetracht der subtropischen Breite gewiß äußerst gewagte Annahme. Man darf aber auch nicht vergessen, daß die Riesengebirge, die Turkestan von den Tropen scheiden, außerordentliche Abweichungen von einer Luftdruck- und Windverteilung bedingen, wie sie ohne diese Gebirge sich ausbilden müßten.

Die höher gelegenen Gebiete der Gebirgsrandzone und das Gebirge selbst sind den häufigen Nordwinden entrückt. In freier Lage herrschen im Gebirge überall südliche Winde vor, die mit zunehmender Höhe immer weiter nach rechts drehen. Auch der Wolkenzug geht, wenigstens im Sommer, fast durchwegs aus SW und W vor sich. Auf Gipfeln und Pässen beobachtet man fast nur

Süd- und Südwestwind. Bei 25 Beobachtungen in ganz freier Gipfellage habe ich notiert: S achtmal, SW zehnmal, W viermal, N dreimal.

Die Gebirgstäler und, nach Pamirski Post zu schließen, auch die flachen, weiten Talsysteme der Hochsteppe stehen ganz unter dem Einflusse der periodisch wechselnden Berg- und Talwinde. Khorog repräsentiert die Verhältnisse in den großen Gebirgstälern: Viele Windstillen, ausschließlich Berg- und Talwinde, wobei letzterer viel stärker ist und deshalb auch häufiger notiert wird. Auch im Surchob-, Chingob- und Wantschtal habe ich den Bergwind immer nur schwach gefunden, während der zwischen 9 und 11^{h} einsetzende Talwind abends nicht selten Sturmstärke erreicht.[1] Berechnet man für Khorog die Windhäufigkeit für Winter und Sommer gesondert, so erhält man:

	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Kalm.
Winter	4·2	13·4	**49·4**	11·4	15·8	18·6	**48·0**	11·8	367·4
Sommer	3·6	8·7	**68·2**	17·3	27·2	15·9	**119·1**	25·4	250·4

Der Winter ist ruhiger als der Sommer; die Zunahme im Sommer betrifft fast nur die Ost- und Westwinde, und zwar besonders letztere, was für ganz Turkestan gilt und durch das innerasiatische Luftdruckminimum im Sommer bedingt ist.

In Pamirski Post tritt der Tagwind als SW, der Nachtwind (Bergwind) als NE auf. Da bei Pamirski Post eine Reihe von Steppentälern sich vereinigt, sind die Verhältnisse nicht ganz so einfach wie in Khorog. Die Südwestwinde erfahren im Sommer eine beträchtliche Zunahme.

Die Häufigkeit der einzelnen Windrichtungen in Pamirski Post widerspricht den Angaben der Reisenden, daß man auf der Hochsteppe ausschließlich West- und Südwestwinde trifft. Irkeschtam aber beweist, daß die Angaben der Reisenden wohl ein zutreffenderes Bild geben als die fünfjährigen Mittelwerte unserer Hochsteppenstation. Der Reisende übersieht die schwachen Bergwinde und gibt ein summarisches Urteil nur auf Grund der viel stärkeren Bergwinde, die im Gebiete der Hochsteppe abends im Sommer meist Sturmstärke erreichen sollen. Um diese Angaben zu kontrollieren, habe ich die mittlere Windstärke, die in den russischen Jahrbüchern im *m*/sek. angegeben wird, für Taschkent und Pamirski Post für die Terminstunden berechnet.

Tabelle 21.

Mittlere Windgeschwindigkeit (*m*/sek).

	Winter				Frühling				Sommer				Herbst				Jahres-mittel
	7a.	1p.	9p.	M	7a.	1p.	9p.	M	7a.	1p.	9p.	M	7a.	1p.	9p.	M	
Taschkent.....	1·7	**2·1**	1·6	1·8	1·9	**2·3**	1·8	2·0	1·6	**2·0**	1·7	1·8	1·5	**2·0**	1·5	1·7	1·8
Pamirski Post...	1·6	**2·0**	2·0	1·9	1·4	**6·7**	3·5	3·9	1·0	3·6	**4·3**	3·0	1·3	**3·8**	3·0	2·7	2·8

Die Jahresmittel sind 1·8 *m* in Taschkent, 2·8 *m* in Pamirski Post, also nicht sehr verschieden. Taschkent gilt mit Recht als sehr ruhiges Gebiet, so daß auch der nur wenig größere Wert für Pamirski Post nicht für häufige starke Winde auf der Hochsteppe spricht. Aber auf der Hochsteppe ist die Zahl der Kalmen viermal so groß wie in Taschkent, so daß die mittlere Geschwindigkeit lediglich der Windstunden auf der Hochsteppe weitaus größer sein muß als in Taschkent, wo im Observatoriumsbetrieb auch der leichteste Wind beachtet und notiert wird.

Die Tabelle zeigt ferner, daß in Taschkent jahreszeitliche Unterschiede so gut wie nicht vorhanden sind und daß auch das Maximum der Windgeschwindigkeit um 1 p in allen Jahreszeiten fast

[1] In den Seitentälern der großen Haupttäler wird die Richtung des Tagwindes immer durch die Richtung des Seitentales bestimmt. Wenn im Surchobtal noch so starker Westwind weht, so tritt der Talwind in den südlichen Seitentälern doch immer als N, in den nördlichen als S auf.

gleich hoch ist. Ganz anders auf der Hochsteppe! Der Winter ist ruhig wie in der Niederung. Im Frühling aber ist die mittlere Windgeschwindigkeit mehr als doppelt so groß wie im Winter, nimmt im Sommer bereits wieder ab. Ebenso ausgesprochen sind die jahreszeitlichen Unterschiede, die den täglichen Gang betreffen. Um 7 a ist die Luft immer sehr ruhig, ruhiger noch als in Taschkent. Im Winter bleibt es auch tagsüber ruhig, aber im Frühling beginnen so heftige Tagwinde, daß im April die Windgeschwindigkeit um 1 p. fünfmal größer ist als um 7 a. Leider liegen nur Terminbeobachtungen vor. Die Angabe der Reisenden, daß der Wind in den späteren Nachmittagsstunden sich gewöhnlich bis zum Sturm steigert, ist glaubhaft; beachtenswert ist in dieser Beziehung, daß im Sommer erst der Abendtermin 9 p. die stärkste Luftbewegung ergibt.

Der jährliche und tägliche Gang der Windgeschwindigkeit ist vollständig durch die Erwärmungsvorgänge bedingt. Im Winter, wenn die weiten Steppenbecken mit kalter Luft erfüllt sind, fehlt jede Vorbedingung zu stärkerer Luftbewegung. Im Frühling jedoch, wo speziell mittags eine ganz außerordentlich rasche Temperaturabnahme mit der Höhe herrscht, muß der Tagwind seine größte Stärke erreichen. Im April 1900 ergab sich zum Beispiel 1 p. eine mittlere Windgeschwindigkeit von 9·6 *m*/sek., im Mai 1897 eine solche von 9·2 *m*, gewiß Durchschnittswerte von respektabler Größe für Winde lokaler Herkunft.

Daß die Hochsteppe in der warmen Jahreshälfte gegenüber der freien Atmosphäre als Sitz eines lokalen Luftdruckminimums zu betrachten ist, wurde bereits früher hervorgehoben. Der tägliche Gang des Luftdruckes in Pamirski Post beweist auch, daß dieses Minimum sich tagsüber beträchtlich vertieft. Die Erwärmung der Luft über der Hochsteppe und das Aufsteigen derselben muß eine stark saugende Wirkung auf die Luftmassen der freien Atmosphäre und über den Tälern ausüben, so daß die Sommerstürme der Hochsteppe nichts anderes sind als abnorm heftige Talwinde, veranlaßt durch die abnorm starke Erwärmung der Luft über der Hochsteppe.[1]

Ein Überblick über die Windverhältnisse ergibt also: Vorherrschende Nordwinde bis zirka 500 *m*, darüber Südostwinde, die mit zunehmender Höhe über Süd- in Südwestwinde übergehen. Gebirgstäler und die Täler der Hochsteppe stehen ganz unter dem Einflusse lokaler, nach Richtung und Stärke periodisch wechselnder Winde, wobei die spezifischen Temperaturverhältnisse, die wir auf der Hochsteppe als Wirkung der Unterlage gefunden haben, in sehr auffälliger Weise auch auf die Entwicklung der Luftströmungen Einfluß nehmen.

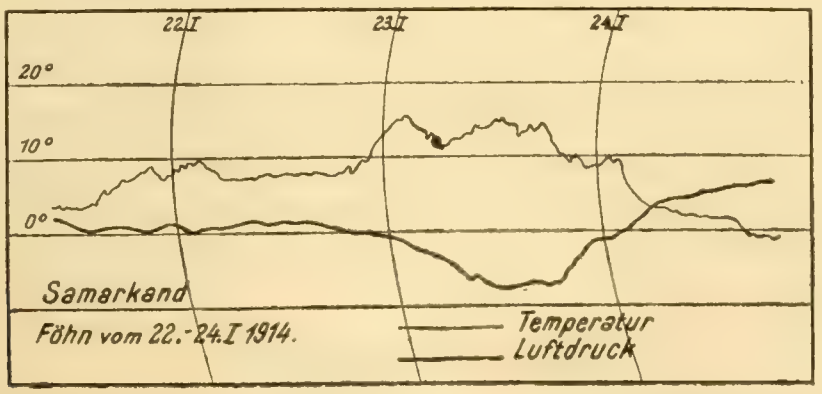
18. Klimatische Höhengrenzen.

Unter zahlreichen Notizen über die Höhenlage wichtiger Kulturzonen (Getreidebau etc.) finden sich nur wenige, die sich tatsächlich auf die oberste Grenze beziehen, da die meisten Beobachtungen durch später ausgeführte als noch unterhalb der maximalen Höhe gelegen sich herausstellen. Man passiert eben die Höhengrenzen selbst im Laufe einer längeren Reise nicht allzu oft.

---

[1] Daß Föhnwinde in der Gebirgsrandzone häufig sind, darauf wurde bereits bei Besprechung der Temperaturextreme hingewiesen. Sehr häufig ist der Föhn als Südostwind in der kalten Jahreshälfte in Samarkand, wobei er wie in den Nord-

Fig. 10.



alpen stets auf der Vorderseite heranziehender Depressionen auftritt, bei fallendem Luftdruck. Die obenstehende Registrierung aus Samarkand zeigt die große Übereinstimmung mit dem Föhnverlauf in Stationen des nördlichen Alpenvorlandes.

Wir haben früher bereits hervorgehoben, daß die Temperaturen mit zunehmender Massenerhebung in gleichem Niveau höher werden, was auf jeden Fall für den Sommer gilt. Speziell nimmt von der Randzone weg im Gebiete der großen Gebirgstäler die Temperatur außerordentlich langsam ab, wodurch bei Reduktion der Temperaturen auf gleiches Niveau die zentralen Gebirgsteile viel wärmer erscheinen müssen als die peripheren Gebirgsteile. Andrerseits nimmt der Niederschlag von der Peripherie gegen die zentralen Gebiete ab. Diese Verhältnisse spiegeln sich auch in dem allgemeinen Höherrücken der Kulturgrenzen von Westen gegen Osten wieder. Als peripheres Gebiet ist im folgendem die Hissarische Kette, besonders deren Südseite bezeichnet, während als zentrale Gebiete die Täler des Surchob, Chingob, Pändsch, Wantsch bezeichnet sind; die Karte orientiert über die Lage dieser Gebiete.

Ständige Siedelungen.

In der Hissarischen Kette gehen auf der niederschlagsreichen Südseite, deren kurze Täler zur mittelbucharischen Talebene absinken, die Dörfer nicht viel über 2000 *m* (Sigdi im Warsobtal 2000 *m*, Bachtscha im Tal Sangardak nur 1600 *m*), auf der Nordseite, im langgestreckten Serafschantal selbst, liegen Dörfer bis zirka 2400 *m*; Dichesar, zirka 2500 *m*, wird nur mehr als Sommerplatz benutzt. Viel günstiger liegen die Verhältnisse in dem Seitentalsystem des Fan-Jagnob (s. Karte), das, von allen Seiten durch hohe Gebirge geschützt, alle Vorteile eines zentralen Gebirgstales bei relativ großer Nähe der Gebirgsrandzone aufweist und ständige Siedelungen noch in einer Höhe von 2700 bis 2800 *m* zuläßt (Nowobad 2750 *m* ?). Hier, in diesem abgeriegelten Talsystem reift auch die Weintraube noch in einer für die westliche Lage ganz abnormen Höhe.

Was sich im Jagnobtal als Effekt einer ganz besonders begünstigten Lage darstellt, finden wir im Gebiete des Surchob und Pändsch als Regel: Chodschatau im Muksutale 2630 *m*, Paschimgar im Chingobtal 2660 *m*, Warschitt im Seitental Obi Masar 2850 *m*. Am oberen Pändsch (Wachan) liegt Liangar gischt 2915 *m* und auf der Zehnwerstkarte sind in Wachan Dörfer bis zu einer Höhe von 3300 *m* eingezeichnet, wobei es sich aber oberhalb Liangar gischt wahrscheinlich nicht mehr um ständig bewohnte Siedelungen handelt. In dem ganzen Gebiete zwischen Syr- und Amudarja kann 2900 *m* als obere Grenze ständiger Siedelung betrachtet werden, selbst dort, wo in noch größerer Höhe Getreide gebaut wird. Der Höhe von 2900 *m* entspricht eine mittlere Jahrestemperatur von zirka 2°, eine Sommertemperatur von zirka 13°, also Temperaturen, die wir in den Ostalpen (Tirol) in einer Höhe von zirka 1700 *m* treffen, die auch in Tirol ungefähr die Grenzhöhe für ständige Siedelung darstellt.

Sommersiedelungen.

Man muß den nomadisierenden Sommerweidenbetrieb der Bergkirgisen von dem Almbetrieb der Tadschiken und Galtschas unterscheiden. Die Bergkirgisen nomadisieren über die ganze Hochsteppe, wo ihre Lager bis über 4000 *m* gehen, und werden auch außerhalb der Hochsteppe überall getroffen, wo Kameele weiden können (Tuptscheker Hochfläche, Auls bis 3300 *m*). Der stabile Almbetrieb der ansässigen Bevölkerung entspricht äußerlich dem alpinen, nur ist der Höhenunterschied gegenüber den ständigen Siedelungen nicht sehr groß. In der Hissarischen Kette (Südseite) habe ich keine Alm ober 2500 *m* gefunden, während sie in den zentralen Teilen (Surchob, Chingob) bis 3300 *m* reichen. Man gewinnt den Eindruck, daß stabile Sommersiedelungen im allgemeinen nur bis zur Höhengrenze des Getreidebaues gehen, worin ein wesentlicher Unterschied gegenüber dem alpinen Almbetrieb liegt.

Grenze des Getreidebaues.

Am höchsten geht überall die Gerste; Anbau des Weizens endigt zirka 500 *m* tiefer. In der Hissarischen Kette geht Gerste im Mittel bis zirka 2600 *m*, im Surchob-Muksutal bis 2900 *m*, in

den Verzweigungen des Chingobtales bis 3200 *m*. Nimmt man im Mittel rund 3000 *m* als obere Grenze des Getreidebaues, so ergibt sich als Jahresmittel der Temperatur zirka 1°, als Sommermittel 11 bis 12°. In Südtirol zum Beispiel liegt die Getreidegrenze in zirka 1600 *m* bei übereinstimmenden Temperaturen.

Geerntet wurde die Gerste in Sariassia (Mittelbuchara) 631 *m* ungefähr am 20. Juni, in Kalai Lodschirk (Chingob) 2240 *m* am 28. August, in Paschimgar 2660 *m* am 4. September, in Warschitt 2850 *m* am 15. September. Der Weizen wird in Sariassia Ende Juni, in Kalai Lodschirk Mitte September eingebracht.

Obst- und Weinbau.

Die Oasen ganz Turkestans sind Gebiete intensiver Obstkultur; die Schuttkegeloasen der Gebirgstäler sind besonders berühmt wegen des schmackhaften Obstes, das in getrocknetem Zustande in den armen Gebirgstälern auch eine wichtige Rolle als Nahrungsmittel spielt. Für die klimatische Begünstigung der zentralen Täler ist namentlich die Kultur der Weintraube bezeichnend.

Auf der niederschlagsreicheren Außenseite der Hissarischen Kette geht die Weintraube nicht höher als bis 1400 *m* (Sangardak 1305 *m*, Warsob 1390 *m*, Kschtut 1400 *m*, Obi Garm 1380 *m*; in letzterer Ortschaft gibt es nur mehr wenig Trauben). In dem allseits bergumschlossenen, zum Serafschan gehörigen Seitentalsystem des Fan-Jagnob reift die Weintraube noch in Takfan 1820 *m*, in einem orographisch ähnlich begünstigten Gebiete, wie es in den Alpen das obere Rhonetal darstellt, wo ebenfalls der Weinbau außerordentlich hoch geht. Wie stark unter Umständen die lokale Begünstigung auf kurze Entfernung sich äußert, ersieht man zum Beispiel auch daraus, daß auf der niederschlagsreichen Südseite der Hissarischen Kette in Sigdi 2000 *m* weder Äpfel noch Aprikosen reifen, wohl aber in Pasrud, in gleicher Höhe, im Gebiete des geschützten Fandarja.

Im Surchob-Muksutal, das, wie bereits in Abschnitt 1 erwähnt, mit den Hochsteppengebieten in direkter, offener Verbindung steht, äußert sich die Begünstigung der zentralen Täler noch nicht sehr auffällig. In Garm 1351 *m* gibt es viele Weintrauben, in Kalailjabi-ob 1543 *m* werden sie zur Not, in Kanischbek 1714 *m* gar nicht mehr reif. Um so begünstigter sind die gegen die Hochsteppengebiete ganz abgeriegelten Täler des Chingob und Wantsch. In ersterem geht die Weintraube bis Argankun 1940 *m*, im Wantschtal bis Bunai 2030 *m*. Ungefähr bis zur gleichen Höhe reifen Melonen und im Wantschtal habe ich abgereifte Baumwollstauden in 1950 *m* gesehen.

In der Hissarischen Kette kann man als Grenze des Weinbaues 1400 bis 1500 *m* annehmen; mittlere Sommertemperatur (Juni-August) rund 20°. Im Chingob- und Wantschtal Grenze des Weinbaues zirka 2000 *m*; mittlere Sommertemperatur (nach Khorog) zirka 20·5°. Die mittlere Sommertemperatur im Südtiroler Weingebiet, wo der Wein bis zirka 750 *m* geht, ist etwas niedriger, zirka 17·5°. Aber in diesen Höhen wird in Südtirol der Wein an Stöcken gezogen; in Turkestan wächst der Wein sozusagen wild in den Obstgärten, also unter ähnlichen Bedingungen wie in den Laubenkulturen um Bozen und Meran, wo man ebenfalls Sommertemperaturen von zirka 20° trifft.

Derart günstige klimatische Verhältnisse findet man aber nur in den Tälern südlich der Kette Peters des Großen. Im Chingobtal reifen Äpfel noch in einer Höhe von 2650 *m*, Aprikosen bis zirka 2400 *m*, während letztere im Surchobtal in 2100 *m* nicht mehr reif werden. Als Daten der Aprikosenreife notierte ich: Dagana (Mittelbuchara) 752 *m* am 17. Juni, Obi Garm 1393 *m* am 1. August, Kanischbek 1714 *m* am 15. August, Kalai Lodschirk 2205 *m* am 5. September. Auch in den geschütztesten Gebieten der Hissarischen Kette kommen Nußbäume oberhalb 2000 *m* nicht vor, während sie im Wantschtal bis 2300 *m* gehen.

Baumgrenze.

Baumwuchs ist in den Gebirgen des Alai-Pamirsystemes im allgemeinen an künstliche Bewässerung gebunden. Obstgärten, die ausgedehnten Pappelbestände, die mächtigen Ulmen (Karagatsch) und

Platanen, die Maulbeer- und Nußbäume finden sich nur in den Oasen, unter Bedingungen, die den tatsächlichen klimatischen Verhältnissen nicht ganz entsprechen.

In den Gebirgstälern wird frei wachsender Wald nur durch kleine Bestände einer Wacholderart (Juniperus pseudosabina) gebildet. Auch eine Weide (Salix oxycarpa?) findet sich oft in etwas umfangreicheren Beständen. In den niederschlagsreicheren Tälern der Hissarischen Kette ist hohes Buschdickicht nicht selten, viel häufiger als in den zentralen Tälern. In letzteren gibt es jedoch an einigen Stellen (besonders in den Quelltälern des Chingob, nördlich. Sagrantal) richtige Wäldchen aus Juniperus. In Strauchentwicklung ist letzterer weit verbreitet und bezeichnet, als Baum oder Strauch, überall die obere Baumgrenze.

In der Hissarischen Kette geht Juniperus als Baum bis zirka 2600 *m*, als Strauch bis 3100 *m*; in der Kette Peters des Großen als Baum bis 3000 *m*, als Strauch bis zirka 3800 *m*; die erwähnte Weidenart geht als verkrüppeltes Bäumchen ebenfalls bis 3000 *m*, als Strauch bis zirka 3600 *m*. Als obere Grenze des Baumwuchses kann man für das ganze Gebiet zirka 3000 *m* annehmen. In dieser Höhe geben die vier Monate Juni bis September eine mittlere Temperatur von 10·8°, bei einem Jahresmittel von 1·4°. Die Erfahrung von H. Meyer, daß die Waldgrenzlinie überall dort liegt, wo innerhalb der vier für die Vegetation hauptsächlich in Betracht kommenden Monate eine Durchschnittstemperatur von 10° herrscht, bestätigt sich also auch hier.

Auf der Hochsteppe gibt es nur kümmerliche Exemplare der erwähnten Weide. Die Hochsteppe ist absolut baumlos, obwohl in Pamirski Post (3640 *m*) die Temperaturbedingungen für Baumwuchs an sich günstiger wären als im Gebirge bei 3000 *m* (Juni bis September 11·5°). Möglicherweise ist die Baumlosigkeit der Hochsteppe dem Mangel an Niederschlägen, beziehungsweise dem Mangel einer schützenden Schneedecke im Winter zuzuschreiben, vielleicht auch den starken Winden.

In diesem Zusammenhange ist eine Betrachtung der Verhältnisse auf der Tuptscheker Hochfläche 3150 *m* lehrreich. Auch diese ausgedehnte, von Bergkirgisen beweidete Fläche ist trotz ihrer niedrigen Lage absolut baum- und strauchlos. In die Hochfläche selbst sind die Täler eingeschnitten, welche die nördlichen Gletscher der Kette Peters des Großen entwässern. Sobald man nun die Hochfläche verläßt und diese Täler betritt, sieht man sofort eine überraschend reiche Strauchvegetation vor sich, in nächster Nähe der Steppe und gleicher Höhe.

Man gewinnt den Eindruck, daß die Baum- und Strauchlosigkeit sich auf die Gebiete beschränkt, die von Kirgisen beweidet werden. Letztere gelten in ganz Asien als Waldzerstörer. Die Möglichkeit, daß Gebiete wie die Tuptscheker Hochfläche erst durch das Eindringen des Kirgisen baum-, beziehungsweise strauchlos geworden sind, ist nicht von vornherein abzulehnen. In allen schwieriger zugänglichen Bezirken, wo Kameele nicht mehr hinkommen und der Sommerbetrieb der Tadschicken beginnt, hat sich die Strauchvegetation erhalten. Im Gegensatz zu den Kirgisen schonen die Bergtadschiken den Holzbestand ihrer Weidegebiete auf das äußerste und nur dieser Schonung ist der Bestand kleiner Juniperuswälder in einigen wenigen Talgründen zu danken.

Immerhin sieht man Anzeichen, daß diese Juniperuswälder auch ohne menschlichen Eingriff sich im Absterbestadium befinden. Der Wald im Sagrantal bedeckt eine Talstufe von zirka 100 *m* Höhe (2800 *m* bis 2900), stirbt aber an seinem oberen Rande ab. Rickmers[1] hat im Garmotale, neben dem Riesengletscher dieses Tales, abgestorbene, mächtige Stämme bei 3600 *m* gefunden, in einer Höhe, in der heute Juniperus nur als niedriger Strauch vorkommt. Diese überaus seltenen, sterbenden Wälder stellen offenbar die letzten Reste eines einst viel ausgedehnteren Waldbestandes dar. Auf keinen Fall aber wird das, was der Mensch zerstört, in diesem Gebiete durch die Natur selbst wieder ersetzt; wie rasch unter solchen Verhältnissen weite Gebiete dauernd baumlos werden können, zeigen ja die Karstgebiete und viele Striche in den Südalpen deutlich. Es liegt aber keine Nötigung vor, eine Änderung des Klimas in einer Richtung auch noch in der Gegenwart anzunehmen.

Höhe der Firnlinie.

Die Bestimmung der Firnlinie wurde im allgemeinen nach der Höhenlage kleiner Firnfelder bei möglichst geringer orographischer Begünstigung vorgenommen. Das Ende vieler großer Gletscher steht in gar keiner Beziehung zur heutigen Höhenlage der Firnlinie, da die tiefsten Zungengebiete in vielen Fällen totes, von früheren Gletschervorstößen stammendes Eis enthalten, das durch dicken Schuttbelag konserviert ist und nur sehr langsam abschmilzt.

Hissarische Kette.

Im Gebiete des Passes Sangardak (Langari mardan 3450 *m*) bestiegen wir im Juni Gipfel von 3800 bis 3900 *m* Höhe; mächtige Schneefelder in flacher Lagerung zwischen 3400 und 3700 *m* scheinen dauernd zu sein. Daß die Firnlinie in dieser am weitesten nach Westen vorgeschobenen Hochgebirgskette des Alai-Pamir sehr tief liegt, beweisen die perennierenden Schneefelder, die wir im Oktober auch auf den Hochpässen Schuturgardan und Laudan in 3500 *m* bei ebener Lagerung, in 3400 *m* in nordseitiger Exposition passierten. Während des Aufstieges zu dem erstgenannten Paß von Süden sieht man einen prachtvoll entwickelten, sehr steilen Lawinengletscher am Fuß hoher Felswände, zwischen 2900 und 3600 *m*, in ausgesprochener Nordlage. Man muß die Firnlinie in der Hissarischen Kette, einem verhältnismäßig niederschlagsreichen Gebiete, in rund 3500 *m* ansetzen; mittlere Jahrestemperatur zirka — 1·0°, Sommertemperatur zirka 8°. Die hohe Sommertemperatur an der Firnlinie spricht für sehr ergiebige Schneefälle im Winter, was mit den Angaben der Einheimischen übereinstimmt.

Westliche Kette Peters des Großen (Sagunaki-Sarikaudalgruppe).

Diese Kette erstreckt sich von der Mündung des Chingob in den Surchob ostwärts bis zur Hochfläche von Tuptschek. Kleine, lawinenernährte Gletscher liegen im Nordgehänge des Sarikaudal und Sagunaki zwischen 2900 und zirka 3600 *m*; totes Eis unterhalb Sagunaki bei 2700 *m*. Einwandfreie Resultate geben die nachstehenden Beobachtungen, wobei ich die Exposition in Klammern beifüge: Gipfel Tschapdara, Gehängefirn in 3650 *m* (ENE); 3 Firnfelder im Gehänge des Gipfels Kamtsch 3600 bis 3800 *m* (N); Lioli Charwigletscher 3100 bis 3900 *m* (NW); Safidobgletscher 3200 bis 4000 *m* (NW); Firnfelder in der Westflanke des Gipfels Kamtsch 4000 *m* (horizontal); Gletscher Schurak 3200 bis 3900 *m* (N); Sagunakipaß, Firnfeld 3700 bis 4100 *m* (SE) und Firnfeld 3800 bis 4000 *m* (NW); Gipfel Kritschitschibek, kleiner Gletscher 3500 bis 3900 *m* (NE); Gipfel Akertschau, Gehängefirn 4000 *m* (ENE), dauernde Schneeflecken 4250 *m* (S).

In dieser Kette selbst findet eine merkliche Hebung der Firnlinie gegen Osten hin statt, die für Nordexposition 200 bis 300 *m* beträgt. Für horizontale Lage kann man die Firnlinie bei 4000 *m*, auf der Südseite bei 4200 *m*, Nordseite 3800 *m* annehmen. Der mittleren Höhenlage entspricht eine Jahrestemperatur von — 3·6°, eine Sommertemperatur von zirka 6°. Gegenüber der Hissarischen Kette liegt die Firnlinie um rund 500 *m* höher.

Östliche Kette Peters des Großen; (Seltau, Periochtau).

Erstreckt sich von der Tuptscheker Hochfläche ostwärts bis zumWestrand der Hochsteppe; zahlreiche große Talgletscher. — Nordseite: Drei kleine Gletscher der Atschikgipfel 4000—4400 *m* (N); Gletscher im Atschiktal 3950—4400 *m* (NW); Kargletscher unter Atschikkopf 3970—4450 *m* (N); im Sagrantal: Kargletscher unter Sagranpaß 4100—4400 *m* (W); nördlich. Seitengletscher des Gletschers Schinibini 4400—5500 *m* (S); südlich. Seitengletscher 4000—5000 *m* (N); Gehängefirn am Gipfel zwischen Sagranpaß und Gandogletscher 4100—4700 *m* (NE).

Südseite: Gletscher Piriach 3400—4200 *m* (SW); Schaklisugipfel 4000—4300 *m* (S); Paß Gardanikaftar, Firnfeld 3500—3700 (SE); Gletscher Wereschgai 3300—4200 *m* (W); Gehängefirn im Wereschgaital 3700—4000 *m* (N); Wangudgletscher 3500—4000 *m* (S); Kargletscher am Kuhi Wangud 4000—4350 *m* (SW).

Im Ostflügel der Kette Peters des Großen sind die Verhältnisse kompliziert, weil westlich des Sagranpasses zwei fast gleich hohe Parallelketten einander gegenüberstehen. Von größerer Bedeutung ist der Umstand, daß das Gebirge, das der Kette Peters des Großen im Süden vorgelagert ist, im Westen sehr niedrig, im Osten (Masarische Alpen) sehr hoch ist. Da die meisten Niederschläge durch Südwestwind geliefert werden, finden wir, daß auf der Südseite der Kette Peters des Großen

die Firnlinie niedriger liegt als auf der Nordseite, wobei besonders im Gebiete des Passes Gardani Kaftar, im Wereschgaital und im Gebiete der Piriachgipfel, die nicht durch vorgelagertes hohes Gebirge geschützt sind, eine auffällig niedrige Lage der Firnlinie — 3800 *m* — beobachtet wird. Talaufwärts im Chingobtale rückt dann unter dem Einflusse der vorgelagerten, rasch in die Höhe wachsenden Gebirgsketten die Firnlinie auch auf der Südseite rasch in die Höhe — im Gebiete des Wangudgletschers bis 4100 *m* (S).

Auf der Nordseite liegt die Firnlinie durchwegs höher: Atschikgruppe 4200 *m* (N); Sagrantal 4400—4500 *m* (N), 4900 *m* (S); im Sagrantal, wo man durchaus auf der Leeseite des Gebirges, im Schutze des Hauptkammes selbst sich befindet, liegt die Firnlinie südseitig wieder höher als nordseitig.

Im Mittel beider Expositionen ergibt sich für die Umgebung des Passes Gardanikaftar die Firnlinie bei zirka 4000 *m*, im Sagrantal bei zirka 4600—4700 *m* — eine erstaunlich starke Hebung der Firnlinie auf kurze Distanz, bewirkt durch die infolge spezieller orographischer Verhältnisse bedingte Niederschlagsabnahme gegen Osten hin. Die hohe Sommertemperatur des Hochsteppengebietes hat mit dieser bedeutenden Hebung der Firnlinie nichts zu tun. Aber da jenseits der Randgebirge die Niederschläge noch spärlicher und die Sommertemperatur unverhältnismäßig viel höher ist, ist zu erwarten, daß die Firnlinie im Gebiete der Hochsteppe selbst kaum niedriger als in zirka 5200 *m* anzusetzen ist.

Der Firnlinie im Sagrantal, 4700 *m* zirka, entspricht eine mittlere Jahrestemperatur von zirka —7° und eine Sommertemperatur von zirka 1°, während für die Firnlinie in der Umgebung des Gardanikaftar die entsprechenden Zahlen —3·5° und 6° sind. Je reichlicher der Schneefall, um so niedriger die Firnlinie, um so höher die Sommertemperatur an der Firnlinie.

Auf der Hochsteppe, bei noch geringeren Niederschlägen, muß die Sommertemperatur an der Firnlinie noch niedriger gefunden werden. Die 0°-Isotherme liegt im Mittel der Monate Juni—August in einer Höhe von zirka 5100 *m*, während die Firnlinie mindestens bei 5200 *m*, wahrscheinlich aber noch höher angenommen werden muß; hier liegt die Sommertemperatur an der Firnlinie sicher unter 0°.

In der Darwaserkette, südlich des Chingobtales, geht die Hebung der Firnlinie gegen Osten nicht so rasch vor sich. Im Westen, im Gebiete des Laurgletschers und des Passes Wischarwi, liegt die Firnlinie bei 4000 *m* (3900 *m* S, 4200 *m* N, dem Gebiete um den Gardanikaftar unter ähnlichen Bedingungen entsprechend); im Osten, im Gebiete des Passes Akbai Sitargi, liegt die Firnlinie bei 4300 *m* (4100 *m* N, 4500 *m* S); die tiefe Lage der Firnlinie gegenüber dem Sagrantal erklärt sich damit, daß es ja gerade die Darwaserkette (Masarische Alpen) ist, die der östlichen Kette Peters des Großen den Niederschlag wegfängt.

Es ergibt sich somit, daß in den Gebirgen des Alai-Pamirsystems von der hissarischen Kette im Westen bis zu den Gebirgen am westlichen Pamirrand die Firnlinie von 3500 bis 4700 *m* sich hebt und daß dabei die Sommertemperatur an der Firnlinie ungefähr von 8° auf 1° sinkt.

Von allen betrachteten klimatischen Höhenlinien erfährt die Firnlinie die stärkste Hebung von Westen gegen Osten; vielleicht äußert sich gerade hier die Abnahme der Niederschläge gegen Osten besonders stark, weil diese Höhengrenze durch künstliche Bewässerung etc. gar nicht beeinflußt werden kann. Abnahme der Niederschläge und Zunahme der Temperatur wirken in gleicher Richtung und in vollem Betrage und ich bin auch der Meinung, daß die Firnlinie Änderungen in den klimatischen Bedingungen viel rascher folgt als etwa die Höhenlinie, die das Vorkommen des Juniperus als Baum nach oben begrenzt.[1]

[1] Unteres Ende der Gletscher. Westliche Kette Peters des Großen: Gletscher Safidob 3200 *m*, Lioli Charwi 3100 *m*, Schurak 3200 *m* (totes Eis beginnt bei 2800 *m*). Östliche Kette Peters des Großen: Gletscher im Atschiktal 3950 *m*, Arpalik-Sildigletscher (Gletscher des Ochanin) 3150 *m*, Gletscher Peters des Großen (Baisirek) 3050 *m*, Wursgletscher im Sagrantal 2880 *m*, Brücknergletscher (nördliches Sagrantal) 2980 *m*, totes Eis bis zirka 3400 *m*; Schinibinigletscher 3350 *m*; Piriachgletscher 3390 *m*; Wangudgletscher 3450 *m*; Garmogletscher 2950 *m*; Badrutgletscher (Darwaserkette) 2830 *m*. Die großen Talgletscher reichen bis zirka 2900 *m* herab. (Der Serafschangletscher, nördlicher gelegen, endigt in 2750 *m* Höhe.) Der Anteil toten Eises an der heutigen Ausdehnung der großen Talgletscher ist schwer abzuschätzen; den heutigen Ernährungsverhält-

Grenze von	Hissarische Kette	Zentrale Täler
	m	
Ständige Siedelung	2000	2900
Almen	2500	3300
Gerste	2650	3100
Wein	1500	2000
Juniperus-Baum	2600	3000
Juniperus-Strauch	3100	3800
Firnlinie	3500	4200—4700

19. Bemerkungen über die heutige und vergangene Vergletscherung; die Austrocknung Turkestans.

Aus den Erörterungen über die Höhenlage der Firnlinie geht hervor, daß im Gebiete der eigentlichen Hochsteppen die Vergletscherung nur eine sehr geringe sein kann. Um so bedeutender ist die Vergletscherung der Randgebirge und der Ketten, die gegen Westen abzweigen. Von den zahlreichen Gletschern des Alai-Pamirsystems galt bisher der Serafschangletscher als der bedeutendste (Länge 25·6 *km*); er übertrifft den längsten Alpengletscher um ein geringes in der Länge, erreicht ihn aber in der Eisführung sicher nicht annähernd.

In der Kette Peters des Großen kommen nicht nur einige Gletscher dem Serafschangletscher gleich, sondern der Garmogletscher, der Ursprungsgletscher des Chingob, übertrifft ihn wahrscheinlich bedeutend. Wenn die Zehnwerstkarte in diesem Gebiete nicht sehr große Fehler aufweist, was wenig wahrscheinlich ist, da vier nach Länge und Breite vermessene Punkte in der Nähe des fraglichen Gebietes liegen, muß die Länge des Garmogletschers mindestens 35 *km* betragen. Mit 20—25 *km* muß auch die Totallänge der im Baisirek- und nördlichen Sagrantal liegenden Gletscher (Gletscher Peters des Großen und Brücknergletscher) veranschlagt werden, während der im südlichen Sagrantale liegende Finsterwaldergletscher 10—12 *km* lang sein dürfte.

Die Vergletscherung der Kette Peters des Großen, in der sich neben den genannten großen Talgletschern eine große Anzahl weniger großer, aber sehr interessanter Gletscher befindet, weist gegenüber den alpinen Verhältnissen Unterschiede auf, die in Kürze so weit besprochen werden als sie meteorologisch bemerkenswert sind.

Zustand der Gletscher; totes Eis.

Die Gletscher sind häufig länger als es den heutigen Ernährungsverhältnissen entspricht, das heißt, die tiefsten Partien des Zungengebietes führen Eis, das früheren Vorstößen entstammt und durch eine dicke Schuttdecke vor raschem Abschmelzen geschützt ist. In manchen Fällen ist dieses alte Gletschereis wirklich »tot«, das heißt ohne Bewegung. In aller Strenge gilt das nur für jene nicht häufigen Gletscher, in welchen die alten Eismassen durch eine eisfreie Zone von dem rezenten Zungenende getrennt sind, wie dies in besonders schöner Weise bei einem kleinen Gletscher unter den Nordwänden des Gipfels Sagunaki der Fall ist: Die alte Eismasse liegt flach unter Schutt; das heutige schuttfreie Zungenende liegt in steilem Gehänge. Der Zusammenhang

nissen der großen Talgletscher würde ein Zungenende in zirka 3300—3500 *m* Höhe entsprechen. — Da der westlichen Kette Peters des Großen Talgletscher fehlen, reichen trotz niedrigerer Firnlinie die Gletscher weniger tief herab als im Ostflügel der Kette.

zwischen altem Eis und rezentem Gletscher ist dort unterbrochen, wo das Gehänge steil wird, wo also auf dem alten Gletscher sich keine schützende Schuttdecke bilden konnte. Nach Hebung der Firnlinie wurden die untersten flach liegenden Eismassen durch den Schutt konserviert; wo kein Schutt lag, trennte Abschmelzung den Zusammenhang; das Zungenende des rezenten Gletschers entspricht den heute herrschenden klimatischen Bedingungen. Ähnlich, aber minder deutlich liegen die Verhältnisse im Schuraktal zwischen Kamtsch und Sagunaki; auch hier sind altes Eis und rezenter Gletscher bereits getrennt.

Eine derartige Trennung ist aber nicht Regel. Gerade bei den großen Talgletschern bilden altes Eis und rezenter Gletscher äußerlich einen einheitlichen Körper. Als »tot« kann man deshalb das alte Eis nur unter Vorbehalt bezeichnen, da es auf Bewegungsvorgänge innerhalb der rezenten Eismassen reagieren muß.

Unter Umständen kommt es zur vollständigen Reaktivierung des alten Eises, wie man besonders deutlich am Arpalikgletscher (Gletscher des Oschanin) sehen konnte. Durch Abbruch ungeheurer Massen Gehängeeises von der außerordentlich steilen und hohen Gletscherumrahmung ist ein Vorstoß des Gletschers bewirkt worden, dem auch das alte, von Schutt bedeckte Eis folgt. In ähnlicher Weise ist auch das »tote Eis« des Wursgletschers im Sagrantal reaktiviert worden und stößt vor. Benachbarte Gletscher, die unter normalen Ernährungsverhältnissen stehen, waren (1913) im Rückzug oder stationär. Der Vorstoß der zwei genannten Gletscher ist lokal, die lokalen Ursachen sind sichtbar und der Vorstoß dieser Gletscher ist nicht auf eine Zunahme der Niederschläge oder eine Abnahme der Temperatur zurückzuführen, sondern im Gegenteil auf einen beschleunigten Enteisungsvorgang höher gelegener Gebirgsgebiete.

Der Brücknergletscher, der Talgletscher des nördlichen Sagrantales, endigt in 2980 *m*; aber bis 3400 *m* bewegt man sich auf alten Eismassen. Der Gletscher macht einen durchaus schrumpfenden Eindruck; die Oberfläche sinkt im Gebiete des alten Eises gegen die Gletschermitte, deren Schuttbelag geringer ist, konkav ein. Der der heutigen Zufuhr entsprechende Gletscher würde in einer Höhe von 3400 *m* endigen; oberhalb dieser Höhe zeigt auch die Zunge eine wesentlich andere, vollere Oberfläche. Daß das Ende der rezenten Gletscher im Sagrantale bei 3400 *m* liegen sollte, beweist auch der Schinibinigletscher, der größte Seitengletscher des Brücknergletschers; er hat ein großes Firnfeld und seine steile Zunge ist ganz schuttfrei, so daß altes Eis sich nicht erhalten konnte. Er sollte tiefer reichen als der Brücknergletscher und das rezente Ende des letzteren liegt auch tatsächlich höher. Aber die toten Eismassen des Brücknergletschers, die bis 2980 *m* hinabreichen, stören das Bild; in 3350 *m* Höhe legt sich die rezente Zunge des Schinibinigletschers auf und neben das tote Eis im Haupttale. Der tote, schrumpfende Eiskörper des Brücknergletschers hat eine Länge von 7—8 *km* bei einer Hebung der Oberfläche um 400 *m*, wovon vielleicht die Hälfte auf die Hebung der Unterlage kommt. Sehr dick ist also der Eiskörper nicht mehr und eine weitere Erhöhung der Firnlinie könnte sehr leicht durch raschere Abschmelzung im schuttarmen, rezenten Zungengebiet den Zusammenhang lösen. Wie lange es dann bis zur vollständigen Abschmelzung des toten Eises unter der Schuttdecke dauern würde, darüber kann man nicht einmal Vermutungen äußern.

Diese alten Eismassen stellen ein Reservoir dar, in dem Niederschläge vergangener Jahrzehnte aufgespeichert sind. Durch die langsame Abschmelzung dieses toten Eises fällt die Wasserführung der Bäche und Flüsse größer aus als dem heutigen Niederschlage und dem Abschmelzen der rezenten Gletscher allein entspricht. Gletscherbäche und -flüsse, die Lebensnerven des Landes, verbrauchen diese Ersparnisse früherer Zeiten, ohne daß die Gegenwart Ersatz schafft. Die künstliche Bewässerung des Landes kann mehr Wasser verbrauchen als ihr die heutigen Niederschläge allein liefern können und durch die völlige Abschmelzung des toten Eises wird ein gewisser, wenn auch nicht bedeutender Ausfall entstehen. Erst der nächste große Gletschervorstoß wird die Sparbüchsen wieder füllen. — Wir werden diese Betrachtung bei Erörterung der eiszeitlichen Vergletscherung fortführen.

Gletscher ohne Firnbecken.

Dieser Gletschertypus, in den Alpen nicht häufig und auf sehr kleine Gletscher beschränkt, ist in Ostbuchara sehr häufig und selbst durch große Talgletscher vertreten. Der Finsterwaldergletscher

im südlichen Sagrantal gehört diesem Gletschertypus an; sein 10—12 *km* langer Eiskörper liegt gänzlich unterhalb der Firnlinie und besteht nur aus einer Gletscherzunge, die durch Bergschründe vom Nährgebiete, den steilen Firnhängen der Flanken, getrennt ist.

Während bei den alpinen Gletschern Firnbecken und Zunge ein zusammenhängendes Gebiet geregelter Bewegungen und Strömungen bilden, finden wir im Gletscher ohne Firnbecken regelmäßige Bewegung nur im Zungengebiet, während die Bewegung im Nährgebiete — laterale Hängegletscher, Lawinenhänge — nicht nur jede Regelmäßigkeit, sondern auch jeden direkten Zusammenhang mit der Eisströmung im Zungengebiet vermissen läßt. Die Ernährung erfolgt durch Schneelawinen im Winter und Frühling, durch Eislawinen in jeder Jahreszeit. Der direkte Niederschlag auf den Gletscher ist von keiner Bedeutung.

Man kann diese beckenlosen Gletscher mit regenerierten Zungen alpiner Gletscher vergleichen, mit dem Unterschied, daß die Materialzufuhr in das Regenerationsgebiet nicht nur in der Strömungsrichtung, sondern auch lateral vor sich geht. Die ausschließlich in den Randgebieten vor sich gehende Zufuhr verursacht zum Teile die gegen die Gletschermitte einsinkende Oberfläche mancher turkestanischen Gletscherzunge,

Diesen Gletschertypus finden wir natürlich nur dort, wo oberhalb der Firnlinie genügend große Hohlformen fehlen und damit die Bedingung für Ausbildung regelmäßiger Nährgebiete. Der Gletscher ohne Firnbecken ist ein Produkt orographischer, nicht klimatischer Faktoren. Sind oberhalb der Firnlinie entsprechende Beckenformen vorhanden, entwickelt sich sofort der rein alpine Gletschertypus. Sehr häufig sind natürlich auch Gletscher, bei welchen zu einer sehr langen Zunge ein unverhältnismäßig kleines Firnbecken gehört (Brücknergletscher, Gletscher Peters des Großen).

Fehlt vielen Gletschern auch das Firnbecken, so darf man den im Sommer ganz schneefrei werdenden Gletscher doch nicht durchwegs als Zehrgebiet auffassen. Soweit laterale Firnhänge und Hängegletscher ihre Abbruchmassen zum Talgletscher regenerieren, ist das Nährgebiet zu erstrecken. Hier wird trotz des zungenartigen Aussehens des Gletschers mehr Material zugeführt als abgeschmolzen. Hier müßten sich die Abbruchmassen immer höher häufen, wenn sie nicht in tiefere Gebiete geringerer Zufuhr und stärkerer Abschmelzung vordringen könnten. Aber nicht die Firnlinie ist es, die bei derartigen Gletschern Nähr- und Zehrgebiet voneinander trennt. Es empfiehlt sich deshalb, den Ausdruck Nährgebiet bei diesen Gletschern nur auf die lateralen Hänge zu beschränken, die den Gletscher zwar ernähren, ohne zum einheitlichen Gletscherkörper zu gehören. Der oberste Teil des Gletschers, in dem die Abbruchmassen sich sammeln, wird am besten als Regenerationsgebiet bezeichnet.

Versucht man, der Anleitung Finsterwalders folgend, für den Gletscher ohne Firnbecken das System der Stromlinien zu skizzieren, so sieht man sofort, daß das Regenerationsgebiet in seinen Bewegungsverhältnissen mit dem Firnbecken gewöhnlicher Gletscher in Parallele zu setzen ist. Hier finden wir Konvergenz der Stromlinien und hier führen sie von der Oberfläche in das Innere des Gletschers. Hier sinkt auch das von den Hängen abstürzende Felsmaterial in das Innere des Gletschers, so daß das Regenerationsgebiet oberflächlich im großen und ganzen schuttfrei ist. Dort hingegen, wo seitliche Zufuhr nicht mehr eintritt oder kleiner als die Abschmelzung ist, beginnt das Gebiet der eigentlichen Gletscherzunge; die Stromlinien und mit ihnen der Schutt treten an die Oberfläche. Nur durch den Mangel eines Schuttbelages unterscheidet sich äußerlich das Regenerationsgebiet von der Zunge. Außerordentlich bemerkenswert ist dabei, wie klein meistens das Regenerationsgebiet gegenüber dem Zungengebiet ist. In den beiden Gletschertälern, die sich nördlich des Pik Severzoff zum Borolmasgletscher (Kosch sai) vereinigen, dürfte das schuttfreie Regenerationsgebiet noch nicht ein Zehntel des Zungengebietes (totes Eis allerdings mit inbegriffen) betragen; ersteres hat eben mit der Ernährung des Gletschers selbst gar nichts zu tun, sondern stellt nur jenes Gebiet dar, in dem die ungeordnete, diskontinuierliche Bewegung der Schnee- und Eismassen im eigentlichen Nährgebiete — den Hängen rings um den Gletscher — in die geordnete, kontinuierliche Bewegung des Zungengebietes umgewandelt wird. Die Gletscher dieser Art setzen sich also aus drei Teilen zusammen.

1. Nährgebiet: vom einheitlichen Gletscherkörper durch Randklüfte oder eisfreies Gehänge getrennt; Hängegletscher, Eis- und Schneehänge. 2. Regenerationsgebiet: oft, aber nicht immer unter der Firnlinie. 3. Zunge, deren Länge natürlich von der Massenzufuhr im Regenerationsgebiet, von der Ausdehnung des Nährgebietes, von der Neigung der Unterlage etc. abhängt.

Generelle Unterschiede gegenüber normalen Alpengletschern ergeben sich nicht und vom absolut firnbeckenlosen Talgletscher des südlichen Sagrantales bis zum typischen Alpengletscher finden sich alle Übergänge. Bedenkt man aber, daß in Ostbuchara der Zunge oft noch altes, totes Eis, das von früheren Vorstößen stammt, vorgelagert ist, so wird man begreifen, daß rein äußerlich der Unterschied gegenüber dem alpinen Typus sehr beträchtlich werden kann. Dem Inlandeis, mit einem ungeheuer ausgedehnten Sammelbecken bei relativ schwacher Zungenentwicklung, steht als anderes Extrem der Gletscher ohne Firnbecken, der nur Absturzmassen regeneriert, gegenüber.

Auf die außerordentlich bedeutende Schuttbildung fast aller Gletscher wurde bereits hingewiesen; sie ist bei der Höhe, Steilheit und Zerklüftung des Gebirges leicht erklärlich und wird durch den Umstand, daß große Gebiete der Kette Peters des Großen aus den leicht zerstörbaren Ablagerungen der Kreide bestehen, stellenweise außerordentlich gesteigert.

Wie groß die Schuttablagerungen selbst relativ kleiner sekundärer Gletscher in diesem Gebiete sind, beobachtet man am besten auf der Hochfläche von Tuptschek. Der Atschik-, Borolmas- und Kisilsugletscher erreichen heute die Hochfläche nicht mehr. Früher — aber erst lange nach der Eiszeit — haben diese Gletscher Moränen von ungeheurer Mächtigkeit und eigenartigen Charakters auf der Hochfläche abgelagert. Bei dem Austritt der Gletscher aus ihren engen Tälern haben sie sich in der Art der Vorlandvergletscherung ausgebreitet und abschmelzend ihr Schuttmaterial abgelagert. Diese enormen Schuttmassen verdanken allerdings einer großen Serie postglazialer Vorstöße ihre Ablagerung. Aber es handelt sich dabei nur um kleine Gletscher und um nicht sehr weite Vorstöße, so daß die Ausdehnung und Höhe dieser Moränen trotz alledem verblüffend ist. Bereits weitab von heute noch existierenden Gletschern, aber noch lange nicht bis zur großen Eiszeit zurück führt uns die prachtvolle Moränenlandschaft im Vereinigungsgebiete des Muksu mit dem Surchob (Kisilsu). Es ist ein verhältnismäßig kleines Seitental des Kisilsu im Transalai, dessen Vergletscherung diese postglaziale Moränenlandschaft geschaffen hat. Man gewinnt den Eindruck, daß auch lange nach der Eiszeit in diesen Gebirgen Perioden mächtiger und tiefreichender Vergletscherung eingetreten sind.

Bemerkungen über die Eiszeit und die Austrocknung Turkestans.

An einer starken eiszeitlichen Vergletscherung des Gesamtgebietes kann nach den Beobachtungen Dr. Klebelsbergs nicht gezweifelt werden. Bezüglich der Nachweise im einzelnen muß ich auf die Beobachtungsergebnisse meines Freundes und Reisegenossen Klebelsberg verweisen.

Man hat allen Grund anzunehmen, daß die glaziale Depression der Firnlinie unter ihre heutige Höhe 1200—1500 *m* betragen hat. Für alle Diskussionen, die das postglaziale Klima Turkestans betreffen, scheint mir von ausschlaggebender Bedeutung die Frage zu sein, ob die ausgedehnten Hochsteppengebiete während der Eiszeit unterhalb oder oberhalb der glazialen Firnlinie gelegen sind.[1] Lag die Firnlinie höher als die Hochsteppe, so endeten auf letzterer die Gletscher der Rand- und Innengebirge; lag die Firnlinie hingegen niedriger, so war die Hochsteppe von einem mächtigen Inlandeis bedeckt.

Heute liegt die Firnlinie im Gebiete der Hochsteppe in einer Höhe von zirka 5200 *m*. Da die mittlere Höhe der verschiedenen Steppenbecken zirka 4000 *m* betragen dürfte, während die Innenketten der Hochsteppe beträchtlich höher sind, lag die Hochsteppe höchstwahrscheinlich nicht nur während der Eiszeit

[1] Ich mache dabei die nicht ganz sichere, aber nicht wesentliche Annahme, daß die heutige Hochsteppe während der Eiszeit ein ähnliches Relief hatte wie heute. Wenn aber, wie zum Beispiel Olufsen meint, der Hochsteppencharakter tatsächlich erst durch Auffüllung der ursprünglich tief eingeschnittenen Pamirtäler durch ungeheure Schuttmassen zustande gekommen ist, so ist die Möglichkeit vorhanden, daß gerade die Eiszeit diese Ausfüllung bewirkt und damit den im Schutt ertrunkenen Tälern erst das Gepräge von Hochsteppentälern gegeben hat. Auch an der Bildung der Hochfläche von Tuptschek und der Schuttausfüllung vieler Täler (Oberes Chingobtal, Wantschtal) haben die Gletscher wohl erheblich mitgewirkt.

oberhalb der Firnlinie, sondern auch während jener postglazialen Gletscherperiode, welche die erwähnte Endmoränenlandschaft bei der Einmündung des Muksu in den Surchob hinterlassen hat. Für ein mächtiges Inlandeis spricht auch der Umstand, daß die Glazialreste im Muksu-Surchobtale, das mit dem Hochsteppeninlandeis in Verbindung gewesen ist, weitaus bedeutender sind als jene im Chingob- und Wantschtal, die gegen die Hochsteppe vollkommen abgeriegelt sind.

Eine starke Vereisung der Hochsteppe kann nur durch eine bedeutende Zunahme der Niederschläge bewirkt worden sein; eine Erniedrigung der Temperatur allein dürfte für die Hochsteppe ganz wirkungslos bleiben. Auf der Außenseite der Randgebirge (Sagrantal etc.) liegt heute die Firnlinie um 1200 *m* höher als in der Hissarischen Kette, obwohl die mittlere Jahres- und Sommertemperatur an der Firnlinie um zirka 6° niedriger ist. Es fehlt den zentralen Gebirgsteilen nur an reichlicherem Winter- und Frühlingsniederschlag. Eine eiszeitliche Depression der Firnlinie um 1200 *m* ist nicht sehr groß, wenn wir bedenken, daß heute in diesem Gebirge die Firnlinie auf kurze Distanz um einen gleichen Betrag sich hebt.

Ganz sicher scheint zu sein, daß glaziale Eisströme des Gebirges nirgends weit in die Niederung, in die Gebirgsrandzone hinausgegriffen haben.[1] Unter den atmosphärischen Bedingungen, die das Gebirge samt der Hochsteppe unter Eis gesetzt haben, ist die eisfreie Niederung sicher zusammenhängendes Kulturland gewesen, das sich nicht nur über die heutige Gebirgsrandzone, sondern auch über einen großen Teil der Wüsten und Steppen erstreckt haben dürfte. Das Ende der Eiszeiten haben wir uns durch Abnahme der Niederschläge und der Bewölkung vorzustellen, die ihrerseits eine Zunahme der Temperatur brachte — Vorgänge, die in ihrem Verlaufe die Verwüstung des Landes zur Folge haben mußten.

Wenn wir nun an die langsame Abschmelzung der Eismassen ganz kleiner Gletschervorstöße denken, so ergibt sich eine Überlegung, die in direktem Zusammenhang mit dem Problem der Austrocknung Turkestans steht. Lange Zeit, nachdem die klimatischen Bedingungen der letzten größeren Vereisung verschwunden waren, standen noch die eiszeitlichen Eismassen für die Wasserversorgung zur Verfügung und führten durch die langsame Abschmelzung sicher durch außerordentlich lange Zeiträume der Niederung viel mehr Wasser zu als den Niederschlägen entsprach. Es trat in gewaltigstem Maßstabe das ein, was in sehr kleinem Maßstabe das alte Eis und die toten Gletscherzungen noch heute bewirken: daß mehr Wasser abgeführt wurde als die Niederschläge ersetzen konnten.

Unter der höchst bescheidenen Voraussetzung, daß das gesamte gegenwärtige tote Eis von einem Vorstoß in der Mitte des vorigen Jahrhunderts stammt, finden wir, daß infolge des Schuttbelages noch viele Jahrzehnte — sieben sind nach unserer Annahme bereits vergangen und dabei ist sicher noch nicht die Hälfte des alten Eises geschmolzen! — vergehen müssen, ehe die Eismassen eines höchst geringfügigen Gletschervorstoßes gänzlich aufgebraucht sind. Erinnert man sich dabei an die Tatsache, daß auf der Hochsteppe tatsächlich »fossiles« Eis gefunden wurde, so kommt man zu dem Schlusse, daß bei der jedenfalls äußerst soliden Schuttdecke der eiszeitlichen Hochsteppengletscher außerordentlich lange Zeit bis zur gänzlichen Abschmelzung vergangen sein muß. Wie die früher erwähnten Moränenbefunde beweisen, ist der Enteisungsprozeß in postglazialer Zeit wiederholt durch starke Vorstöße unterbrochen und verlangsamt worden.

War also das Ende der großen Vergletscherung im allgemeinen mit einer Abnahme der Niederschläge und einer Zunahme der Temperatur verbunden, so wurde für die Niederung die Verminderung der Niederschläge zunächst durch das Schmelzwasser der im Gebirge und auf der Hochsteppe liegenden Eismassen kompensiert, wobei natürlich die Bodenbewirtschaftung im Laufe der Zeit immer mehr zur Ausgestaltung der künstlichen Bewässerung gedrängt wurde. Aber gerade die Zeit, in der in der Niederung selbst sich das feuchtkühle Glazialklima in trockenes, warmes Kontinentalklima umgewandelt hat, hat bei der reichlichen Schmelzwasserzufuhr aus dem Gebirge für die Niederung vielleicht die höchste Blüte bodenkultureller Entwicklung gebracht, ein Vorgang, der sich ja leicht in viele Einzelheiten verfolgen ließe.[2]

---

[1] Erratische Blöcke bei Maulia-dschar 850 *m* sind bisher das einzige Zeichen, daß wenigstens die steilen, kurzen, glazialen Gletscher auf der Südseite der Hissarischen Kette bis in die mittelbucharische Ebene hinabgereicht haben.

[1] Es handelt sich bei diesen Ausführungen natürlich nur um die klimatische Möglichkeit einer solchen Entwicklung; ob letztere tatsächlich stattgefunden hat, ist eine Frage, bei deren Erörterung die Meinung des Meteorologen nicht sehr ins Gewicht fällt

Ein kritischer Zeitpunkt in der Wasserversorgung der Niederung durch die glazialen Reservoirs muß eingetreten sein, als das Inlandeis der Hochsteppengebiete aufgezehrt, das bei weitem ergiebigste Sparreservoir erschöpft war. In dieser Periode muß die Wasserzufuhr rapid gesunken sein und eine Austrocknung der Niederung begonnen haben, ohne daß die Niederschlagsmengen selbst wesentlich geringer geworden wären. Eine Verminderung der letzteren muß man als Ursache des Erlöschens der Eiszeit annehmen; während der später vor sich gehenden Prozesse bis heute kann die Niederschlagsmenge konstant geblieben sein, ohne daß dadurch die Austrocknung, die Verwüstung der Oasen verhindert worden wäre.

Ohne die Existenz des Inlandeises hätte der Austrocknungsprozeß in der Niederung früher begonnen, wäre aber kontinuierlich vor sich gegangen. Das abschmelzende Inlandeis aber hat bis zu seiner gänzlichen Aufzehrung sehr reichlich Wasser der Niederung zukommen lassen, während nach der über weite Strecken gleichzeitig erfolgten Abschmelzung die Wasserführung der Flüsse plötzlich sinken mußte, was für die Niederung von katastrophalen Folgen gewesen sein muß.

Wenn wir von der Austrocknung Turkestans sprechen, haben wir drei Perioden zu unterscheiden: 1. Periode: Niederschläge werden aus unbekannten Ursachen geringer, Temperaturen höher; Ende der Eiszeit. 2. Periode: Die glazialen Eismassen schmelzen ab und kompensieren für die Niederung die bereits früher erfolgte Verminderung der Niederschläge durch erhöhte Wasserzufuhr. 3. Periode: Die glazialen Eismassen sind abgeschmolzen, die Niederung trocknet aus, die Wasserzufuhr zur Niederung entspricht nur mehr den gleichzeitigen Niederschlägen. — Die Abnahme der Niederschläge in Periode 1 kommt in der Niederung gewissermaßen erst in Periode 3 vollkommen zur Wirkung. Eine abschmelzende Inlandeismasse im Hochsteppengebiet bedingt in der Niederung einen katastrophal raschen Übergang von Periode 2 zu Periode 3.

Selbst wenn wir tausendjährige Niederschlagsmessungen aus Turkestan hätten und in diesem Zeiträume keine Abnahme der Niederschlagsmenge finden könnten, könnte trotzdem dieser Zeitraum für die Niederung eine Periode fortschreitender Austrocknung gewesen sein, von gelegentlichen Schwankungen natürlich abgesehen.

Ob dieser Austrocknungsprozeß abgeschlossen ist oder nicht, ist insofern eine müßige Frage, als niemand über das künftige Klima eine wahrscheinliche Aussage machen kann. Ob die Firnlinie in diesen Gebieten in den nächsten Jahrhunderten sich senken oder noch weiter heben wird, weiß niemand. Soweit der Austrocknungsprozeß durch das völlige Wegschmelzen der eiszeitlichen Massen bedingt war, ist er jedenfalls als abgeschlossen zu betrachten, es sei denn, man betrachte die heutige Vergletscherung auch noch als Eiszeitrest. Solange wir im Gebirge noch altes Eis früherer Vorstöße finden, kann die Wasserzufuhr in die Niederung auch ohne Abnahme der Niederschläge noch sinken Da aber im Verhältnis zur Gesamtvergletscherung die Masse alten Eises heute sehr geringfügig ist, würde ihr gänzliches Wegschmelzen den Wasserhaushalt der Ebene praktisch wohl nicht mehr beeinflussen.

Diese Betrachtungen ins einzelne auszuführen, würde den Rahmen dieser Untersuchung weit überschreiten. Mir war es nur darum zu tun, zu zeigen, daß die Frage der eiszeitlichen Vergletscherung mit dem Problem der Austrocknung verknüpft werden kann und daß sich die Möglichkeit ergibt, eine Periode rapider, katastrophaler Austrocknung anzunehmen, ohne daß man an eine gleichzeitige rapide Verminderung der Niederschläge denken müßte.

Viel weitergehende Betrachtungen würden sich ergeben, wenn man für die Randgebirge Ostturkestans inklusive Tibet ebenfalls eine bedeutende eiszeitliche Vergletscherung annimmt, deren Schmelzwasser sich in der ostturkestanischen Niederung gesammelt hätten.

Graz, am 5. Juni 1919.

Inhalt.

	Seite
Einleitung	151
1. Die Temperaturverhältnisse der Gebirge zwischen Syrdarja und Amudarja im allgemeinen	154
2. Vergleich von Pamirski Post mit der Hochfläche von Tuptschek	161
3. Jährlicher Temperaturgang	164
4. Tagesschwankung der Temperatur	165
5. Temperatur der Bodenoberfläche; Strahlungstemperaturen; Messungen der Wärmeausstrahlung	171
6. Temperaturextreme	176
7. Veränderlichkeit der Monatsmittel der Temperatur	178
8. Veränderlichkeit der Tagestemperatur	181
9. Temperaturabnahme mit der Höhe	184
10. Temperaturverhältnisse verschiedener Höhenzonen	191
11. Einfluß der Hochsteppe auf den Temperaturgang	195
12. Der jährliche und tägliche Gang des Luftdruckes; interdiurne Veränderlichkeit des Luftdruckes	206
13. Die barometrische Höhenmessung in zentralasiatischen Gebirgen	212
14. Dampfdruck und relative Feuchtigkeit	216
15. Bewölkung der Niederung, des Gebirges und der Hochsteppe; Staubnebel	224
16. Niederschlagsverhältnisse	231
17. Windverhältnisse	240
18. Klimatische Höhengrenzen	243
19. Bemerkungen über die heutige und vergangene Vergletscherung Turkestans; die Austrocknung Turkestans	249

ERGEBNISSE DER EXPEDITION DR. HANDEL-MAZZETTI'S NACH CHINA 1914—1918, UNTERNOMMEN AUF KOSTEN DER AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN IN WIEN

NEUE AUFNAHMEN IN NW-YÜNNAN UND S-SETSCHUAN

(ERLÄUTERUNGEN ZUR KARTE)

VON

DR. HEINRICH HANDEL-MAZZETTI

ASSISTENT AM BOTANISCHEN INSTITUTE DER UNIVERSITÄT WIEN

MIT 1 KARTE

(VORGELEGT IN DER SITZUNG VOM 10. JULI 1919)

Allgemeines.

Die vorliegende Karte, welche ich bereits im Winter 1916/17 in Yünnanfu ausarbeitete, sollte nicht die endgültige Bearbeitung meiner topographischen Aufnahmen sein, denn es liegt alles Material vor, um diese in viel größerem Maßstabe auszuführen. Ich wollte damals vielmehr die wichtigsten, auch im Großen neuen geographischen Resultate zu Hause bekannt werden lassen. Von den beiden auf verschiedenen Wegen geschickten Exemplaren ist nur das eine, und dieses eigentlich wider alles Erwarten, angekommen, das andere wurde jedenfalls von einem Zensor eines Staates, der daran Interesse hat, beschlagnahmt, wodurch die Priorität für meine Arbeit gefährdet ist. Daß unter den jetzigen Verhältnissen nicht abzusehen ist, wann eine große detaillierte Karte wird ausgearbeitet und gedruckt werden können, hat die Ausgabe der vorliegenden Arbeit auch beschleunigt, ebenso wie der Umstand, daß mir nachträglich zugänglich gewordenes gutes Material mich in dem Glauben an die Verläßlichkeit meiner Aufnahme aufs beste bestärkte, obwohl ich zur Konstruktion besonders die Photographien erst in sehr geringem Maße herangezogen hatte. Es bezieht sich diese Kontrolle besonders auf den obersten Lauf des Djiou-djiang und den Salween in gleicher Breite, und auf das Verhältnis zwischen Hsiau-Dschungdien und Keluan, während die vollständig genau resultierte Richtung von Weihsi auf Tjiendschuan beim Auftragen meiner doch ziemlich komplizierten, vollständig neuen Routenaufnahme mir schon draußen eine gute Bekräftigung war. Ich hatte das von mir besuchte Salween—Irrawadi-Gebiet gänzlich selbständig konstruiert und dabei das Verhältnis zwischen Tschamutong und Tseku genau der Davies'schen Karte (Map of Yünnan, 1 : 1,267.200, London, War office 1906 und seinem Buche: Yünnan, 1909 beigegeben) entsprechend erhalten, für den Djiou-djiang konnte ich erst in Wien Bailey's Karte (Geographical Journal XXXIX, 1912) vergleichen, die sich vorzüglich übereinstimmend erwies. Zur Vervollständigung und, um diese Übereinstimmung zu zeigen, habe ich das hierauf bezügliche Skelett dieser Karte noch in meine übernommen. Davies hat Kreitner's Karte

(in Széchenyi, Das wissenschaftliche Ergebnis der Reise des Grafen Bela Széchenyi in Ostasien, Blatt B V des Atlas zur Reiseroute [1893?]) nicht verwendet und setzt Hsiau-Dschungdien ungefähr östlich von Keluan. Ich habe bei meiner Arbeit, obwohl ich diese Strecke selbst nicht bereiste, sehr bald gemerkt, daß dieses Verhältnis nicht stimmen kann, und finde jetzt mein Resultat durch die Karte Kreitner's, der den Verbindungsweg aufnahm, bestätigt.

Da ich selbst in Ermanglung hinreichend genauer Uhren und eines auch bei Wind brauchbaren künstlichen Horizontes auf Positionsbestimmungen verzichten mußte, beruht meine Karte im Großen auf den zweifellos unanfechtbaren Positionen von Davies. Den Zusammenhang zwischen den von dort übernommenen Punkten habe ich teils durch Photogrammetrie, teils durch Routenaufnahme hergestellt. An mehreren Stellen habe ich Basismessungen und mit Meßtisch und Diopter Triangulierung, oft allerdings auch nur Biangulierung, vorgenommen, auch sonst wurden Azimute, besonders ferne liegender Punkte, oft mittels Diopter bestimmt. Die gemessenen Basen befinden sich bei:

Schutsche am Djiou-djiang,
Tjionatong am Salween,
Bahan (Pehalo) am Salween,
Hwadjiauping östlich von Dschungdien,
Ngulukö bei Lidjiang,
Daschü bei Yungning,
Hsinyingpan zwischen Yungning und Yungbei,
Molien bei Wali am Yalung,
Ningyüen.

Photographien wurden zur Ausarbeitung der vorliegenden Karte meist nur dort benützt, wo das übrige Material nicht genügt. Größtes Gewicht legte ich auf die richtige Aufnahme des Terrains, da ich dies in erster Linie für die Sache des Naturforschers halte und die meisten Auslandkarten, auch die sicher zu den besten gehörige Davies'sche, darin vielfach im Stich lassen. Meine Originalaufnahme ist für viel größeren Maßstab berechnet, und da darin das Terrain viel detaillierter skizziert ist, genügte es für den hier verwendeten Maßstab vollkommen, wenn ich das dort Eingetragene entsprechend zusammenzog. Den Maßstab habe ich auch aus dem Grunde genommen, da ich in einem größeren für die Genauigkeit meiner bisherigen Konstruktion nicht mehr eintreten könnte. Er ergab sich durch Verdopplung der Davies'schen Karte; meine Originalzeichnung auf einen uns geläufigen Maßstab zu reduzieren, hätte zu große Schwierigkeiten und damit Kosten verursacht.

So genau ich die meisten Höhen seinerzeit berechnen kann, da den größten Teil meiner Reisen hindurch Basisstationen funktionierten, so ungenau und vorläufig sind die wenigen Höhenkoten, die ich zum besseren Verständnis der Terrainzeichnung hier anbringen kann. Sicher sind jene in der Umgebung von Lidjiang; der Gipfel Satseto der Lidjiangkette wurde photogrammetrisch gemessen; die Höhe des Yangdsiniveaus bei Aschi stimmt keineswegs mit den bisherigen Angaben der Karten, es ist aber bei dem ganz geringen Gefälle des Flusses oberhalb dieses Ortes gänzlich ausgeschlossen, daß der Unterschied zwischen Keluan und Aschi 200 *m* beträgt, wie diese angeben. Auch der Höhenunterschied zwischen Tsilidjiang einerseits, Aschi andererseits und Lidjiang kann als sichergestellt angenommen werden. Höhen von mir nicht bestiegener Gipfel sind sonst meist geschätzt, doch werden dabei große Fehler nicht unterlaufen sein, da ich darin ziemliche Übung zu besitzen behaupten kann.

Sehr vorsichtig muß man mit den Angaben der Reisewerke sein, in denen von Schneebergen die Rede ist, denn sie sind oft wegen ihrer Bedeckung mit Neuschnee oder Winterschnee als solche bezeichnet. Ich muß daher besonders hervorheben, daß sich Gletscher und Firne — von ganz kleinen Schneeflecken abgesehen — in dem ganzen Gebiete außer den in meiner Karte verzeichneten bestimmt nirgends finden.

Schwierigkeiten machte die richtige Schreibweise der Namen, und Fehler darin kommen sicher vor. Nicht nur, daß ich nicht so viel chinesisch konnte, um die Namen sofort zu verstehen, kommen gerade im nordwestlichen Yünnan die Namen der vielen einheimischen nichtchinesischen Völker in Betracht, deren Verteilung ich in diesem Maßstabe in der Karte selbst aus Raummangel nicht eintragen konnte. Ich habe mich aber bemüht, stets den Namen in der Sprache desjenigen Volkes beizusetzen, welches einen Ort bewohnt, mit Ausnahme der größeren Ortschaften, deren chinesische Namen bekannter sind. Die Umschreibung führte ich nach Lessing und Othmer (Lehrgang der nordchinesischen Umgangssprache, Tsingtau 1912) durch. Diese deutsche Einheitsumschrift entspricht sehr gut unserer Aussprache, wenngleich sie von den auch aus deutschen Atlanten uns gewohnten Wortbildern unangenehm stark abweicht; sie trägt gleichzeitig leichterer Verständlichkeit für Anderssprachige Rechnung, zum Beispiel durch Verwendung von Y für unser J. Zum Vergleich mit anderen deutschen Karten ist dabei besonders zu beachten: Weiche Konsonanten stehen statt harter, obwohl sie ein klein wenig härter ausgesprochen werden als unser B, D oder G. Dj und Tj, auch genau so auszusprechen, werden sonst oft Ts und (mit besonderer Vorliebe von den Franzosen) K geschrieben. Hs findet man oft bloß als S, es wird ungefähr wie ch in »ich« ausgesprochen. H ist immer etwas scharf. W, wie Lessing und Othmer versichern, im Norden immer deutlich als solches gesprochen, hört man in Yünnan immer als U, ich habe trotzdem deren Schreibart beibehalten, weil der Yünnan-Dialekt im allgemeinen der nordchinesischen Umgangssprache (Peking ausgenommen) ohnedies glücklicherweise sehr nahe steht. Die chinesischen Silben habe ich nicht getrennt, schon aus Übersichtlichkeits- und Raumersparungsgründen, und würde dies für Karten überhaupt für wünschenswert halten. Falsche Syllabierung ist auch dem in der chinesichen Sprache gänzlich Unerfahrenen unmöglich, wenn er berücksichtigt, daß Dj, Tj, Dsch und Tsch immer zusammengehören, ebenso Ng und aufeinanderfolgende Vokale, Eu aber nicht wie unser Diphthong und Ie nicht wie unser bloßes langes I gesprochen wird. Bei der Richtigstellung der Namen war mir Herr Konsul F. Weiß in Yünnanfu in dankenswerter Weise behilflich, doch werden Fehler trotzdem unterlaufen sein, da ich mir die Namen nicht an Ort und Stelle chinesisch aufschreiben ließ. Tibetische und andere nichtchinesische Namen wurden in Anlehnung an diese Transskription geschrieben.

Im laufenden Jahre ist eine zusammenfassende Arbeit über das Gebiet erschienen: K. Bouterwek, Das Land der meridionalen Stromfurchen im indo-chinesisch-tibetanischen Grenzgebiet, in Mitteilungen der geographischen Gesellschaft in München, XIII., 2. H. (1919). Da ich in Ermanglung meiner sämtlichen noch in China befindlichen Notizen augenblicklich nicht in der Lage bin, meine Beobachtungen zusammenhängend und selbständig bearbeitet der Öffentlichkeit zu übergeben, lehne ich mich, um nicht Bekanntes zu wiederholen, in den folgenden Bemerkungen zu meiner Karte an jene Arbeit an, oft notwendigerweise in der Form von Kritik, aber dies nicht, um jene sorgfältige Kompilation herabzusetzen, sondern der Einfachheit halber und, weil mir die dort vollständig zitierte Originalliteratur, an deren Adresse es eigentlich geht, hier nur zum Teile zugänglich ist.

Für die sorgfältige und genau meinen Angaben entsprechende Ausführung der Karte bin ich Herrn Hölzl und seinen Lithographen H. Mader (Terrain) und Trenker (Schrift und Gerippe) zu bestem Dank verpflichtet. An den hier im Text berichtigten Ungenauigkeiten sind größtenteils die jetzigen Schwierigkeiten mit dem Material schuld.

Zum Teile: NW-Yünnan.

Am Irrawadi hätte ich gerne auch die Aufnahme des Prinzen von Orléans, beziehungsweise seines Topographen Roux übernommen, um etwas Vollständigeres aus einem nur so strichweise bekannten Lande zu bringen. Ich mußte aber davon Abstand nehmen, denn nach dem, was ich von ferne sah, kann diese Aufnahme nicht ganz stimmen, in welcher Weise sie zu verschieben ist, kann ich aber nicht sagen. Ich habe nämlich, insbesondere vom Passe Pangblanglong, das Irrawadi-Tal weit

hinab übersehen und kann auch durch — jetzt noch in China liegende — Photographien belegen, daß es sehr weit geradlinig hinabführt. Ich will nicht behaupten, daß meine Entfernungen dort ganz genau sind, denn die bei Schutsche gemessene Basis ist nicht sehr lang und die Winkel sind spitz, aber es ist doch ganz sicher, daß es nicht in der von Roux (in Orléans, Du Tonkin aux Indes, 1898) angegebenen Breite den Bug nach Westen macht, was mir auch durch Erkundungen bestätigt wurde. Als weitere Bestätigung führe ich an, daß P. Genestier in Tjionatong, dem ich mein Bedenken aussprach und Davies' Karte zeigte, mir sagte, nach seiner Erinnerung stimme diese nicht mit Orléans Originalkarte[1], der Bug des Djiou-djiang befinde sich weiter unten, dort, wo er mit Grillières den Fluß erreichte, also am 27° 20′. Grillières hat meines Wissens keine Karte ausgearbeitet und in seinen Berichten (Bull. Soc. Geogr. Comm., Paris XXV, p. 570—582 [1903] und La Géographie IX, p. 493—495 [1904]) keine topographischen Angaben veröffentlicht, aber diese Angabe seines Begleiters gerät in keinen Widerspruch mit meiner Aufnahme. Zur Bekräftigung dessen, daß ich mich für berechtigt halte, die Richtigkeit von Roux' Zeichnung oder doch ihrer Maßverhältnisse zu bezweifeln, muß ich auf eine weitere Unstimmigkeit aufmerksam machen, die erst viel weiter im Westen, weit außerhalb meines Arbeitsgebietes, eintritt. Legt man Bailey's Karte mit jener Roux' zusammen, so kommt das Tal des von Rima kommenden Lohit an seinem Knie am 27° 40′ vollkommen in Kollision mit Orléans' Route, der in dieser Breite Mandum liegen hat. Da Roux vom Mekong bis Sadyia weder Breiten- noch Längenbestimmungen machte (Orléans, l. c. p. 396), wohl aber Bailey solche in sehr exakter Weise, muß man annehmen, daß die Flußläufe an Orléans' Reiseroute weiter südlich zu verlegen sind, und zwar nicht nur an diesem Punkte, sondern an der ganzen Strecke vom Salween an. Ob in Burrard's neuester Karte (Map of Tibet and adjacent countries, 1 : 2,500.000, Dehra Dun 1914[2] die Aufnahme des Prinzen von Orléans glatt übernommen wurde, oder seine mit dieser übereinstimmende Darstellung auf neuen Arbeiten beruht, ist mir unbekannt. Politisch gehört der von mir besuchte Teil des Irrawadi-Tales heute noch zu China, denn die Bewohner zahlen dem Tussu von Yetsche Naturalsteuern, wenn ihnen diese nicht, wie 1915, vorher von den Tsarong-Tibetern geraubt werden. Die Grenzen verlaufen also so, wie die erste Ausgabe von Davies' Karte zeigt; in der zweiten Ausgabe sind sie dort überhaupt weggelassen, und Burrard's Tibet-Karte zieht auch diesen Ast des Irrawadi samt dem tibetischen Ridong zu Birma.

Die Nomenklatur der Gebirge, besonders in einem Lande, wo mehrere Völker gemischt wohnen, ist immer ein schwieriges Problem. Orléans' Name »Hapipulo« für die Salween — Irrawadi-Kette kannte niemand von den Leuten, die ich befragte. Gomba-la (»Klosterberg«) für den Schneeberg von Tschamutong konnte ich vollkommen sicherstellen, doch wird er auch Kakerbo genannt, wie anscheinend Schneeberge mit Vorliebe bei den Tibetern. Er liegt nicht in der Wasserscheide, welche hier — in ganz analoger Weise wie gegenüber jene zwischen Mekong und Salween am Berge Pongatong — ein Doppelknie macht, sondern in einem Seitenast, der von der Salweenschlucht abgeschnitten wird, und stellt zweifellos auf weite Strecke hin den höchsten Gipfel der Kette dar. Da die wenigen zwischen dem Gneis senkrecht gestellten Urkalkbänder um den Paß Tsukue beinahe NW—SE streichen, läßt sich nicht annehmen, daß die Gomba-la-Kette sich strukturell jenseits der gewaltigen Salween-Schlucht von Tjionatong—Saungta fortsetzt, wie es nach der Karte den Anschein haben könnte. Einiger Berichtigung bedarf die Schilderung des Salween-Tales bei Bouterwek, p. 216 (nach Ward, The Land of the blue Poppy). Schon oberhalb der Marmorschlucht von Tschamutong liegt eine kleine Weitung (Flußterrasse) bei Sitjitong an der Mündung des unter dem Gomba-la herabkommenden Tales. Tschamutong selbst liegt auf einem geneigten Alluvialkegel, der von den tiefen Rinnen zweier Bäche durchfurcht wird, Tjionatong auch ähnlich. Sonst sind die unteren Berghänge abwärts bis Tjiontson (»Choton« der Karten) wohl weniger steil, fallen aber immer unvermittelt bis zum Flusse ab, der um steilwandige Bergsporne

[1] Was aber doch der Fall ist.

[2] Ich verdanke die Einsicht in diese Karte und andere neue Literatur der Freundlichkeit des Herrn Dr. K. Bouterwek.

Kurven beschreibt. Vom Fluß aufgeschüttete Terrassen kommen außer der schon erwähnten nicht oder nur in ganz verschwindendem Maßstabe vor, auch Schuttkegel an Seitenbächen kaum mit Ausnahme der schon erwähnten. Es gibt auch keine Reiskultur am Lutze-djiang. Die Seitentäler, welche ich in meinem ersten Berichte (Peterm. Mitt. LXIII, 1917, p. 29) als nordsüdlich, größtenteils parallel mit den Haupttälern verlaufend im Auge hatte, sind, abgesehen von beinahe allen am Djiou-djiang, Doyon-lumba, und Saua-lumba, weniger deutlich das Tal, durch welches ich unterhalb des Gomba-la vom Djiou-djiang zurückkam und Schidsaru, dann wieder ganz ausgesprochen die beiden hauptsächlichen Quelläste jenes von Londjre in der Mekong—Salween-Kette. Soviel ich sehen konnte, ist die Kulmination dieser Kette nicht, wie allgemein angenommen wird, der Kakerbo[1]. Dieser ist vielmehr ebenfalls ein gewaltiger dreigipfeliger Schneeberg, der, von der Wasserscheide ziemlich isoliert, an dem Knotenpunkte zwischen den Seitentälern verzweigter Kämme gegen den Mekong vorgeschoben liegt, wie ich in der Karte verzeichnet habe, und in seinem Aussehen den beiden 5900 *m* hohen Hauptgipfeln der Lidjiang-Kette gleicht. Die Hauptkette aber erhebt sich gegenüber Atentse, wie mir auch 1914 Herr Gebauer sagte, der sie vom Gebirge zwischen diesem Städtchen und dem Mekong sah und photographierte, in einer ganzen Reihe von Schneebergen zu noch größerer Höhe. Ich sah diesen Teil nur einmal von SW vom Passe Tsukue aus, allerdings stark mit Neuschnee bedeckt, muß aber seine Höhe auf weit über 6000 *m* schätzen. Die Hauptkette südlich des Passes Doker-la bis zum Ursprunge des Tales Schidsaru und des südlichen Astes des Doyon-lumba ist noch durchwegs über 5000 *m* hoch, dann folgt die gebogene flachere Strecke bis zum Schöndsu-la. Auf diesem Passe beginnt ein schmales, in der Mulde des Passes selbst Kohle führendes Kalkband, welches die schönen Zinnen des Maya und die Wand des scharfen Grates Tratje bildet, dann aber wieder ausbeißt. Weiter bis zum Gipfel Nange-la erreicht die Kette nirgends ganz 5000 *m*, im S dieses auch nicht mehr. Drei nicht unansehnliche Hochseen sind hier in der Karte ausgefallen. Sie liegen unter der zweiten 4 von »4400« des Passes Yigöru, halbwegs vom Passe Schöndsu-la zum Übergang über den Rücken Pongatong und rechts der zweiten 0 von »4400« des Passes Si-la. Alle Wege in der Salween—Irrawadi-Kette, ebenso den Djiou-djiang entlang, dann mit Ausnahme jener über den Si-la, den Schöndsu-la und Doker-la, die man zur Not mit Tragtieren passieren kann, alle in der Mekong—Salween-Kette, sind Kletterwege. Schöndsu-la—Tjionatong ist größtenteils weglos. Sonst sind — von Abstechern abgesehen — meine Reiserouten durchwegs Karawanenwege.

Die Üppigkeit der Vegetation des Mekong-Tales von Yangtsa bis Hsiau-Weihsi darf unbedingt nicht übertrieben werden. Es wird von durchaus xerophilen Formationen (vergl. meine »Vorläufige Übersicht über die Vegetationsstufen und -formationen von Yünnan und SW-Setschuan« und die »Ergänzungen« dazu, in den Sitzungsberichten der Akademie der Wissenschaften, math.-nat. Kl., 6. Juli 1916 und 22. November 1917) erfüllt, und die Dürre kann sehr arg werden, wie im Sommer 1916, wo Hungersnot manche Tibeterfamilien zur Auswanderung zwang. Sicher ist das Tal nördlich von Yangtsa noch mehr eingeengt und, wie auch ich beim Anblicke von ferne bemerken konnte, noch dürrer; sollte da aber nicht der Holzverbrauch für den Solenbetrieb in Dsakalo mitgeholfen haben und in der südlichen Trockenzone die Holzverwüstung durch chinesische Bevölkerung? Davor, Cooper's Abbildung seiner »Hogg's gorge« ernst zu nehmen, muß ich warnen. Sie ist ganz phantastisch, offenbar bloß aus der Erinnerung gezeichnet. Die ganze von mir bereiste Strecke des Mekong-Tales habe ich neu aufgenommen, besonders, um die Terrassen, Schuttkegel und Seitenschluchten und die Verteilung der Bevölkerung im Detail darstellen zu können. Die Seitentäler erwiesen sich, obwohl bei gutem Wetter weithin einsichtig, doch auch in Davies' Karte oft falsch gezeichnet. Die Formen der Hänge und Zwischenrücken kann ich schon in dieser Ausarbeitung meiner Karte nach Photographien und Peilungen der markanten Punkte vom Tal aus verhältnismäßig genau geben. Tsedjrong liegt nur auf einer ganz

[1] »Kakerbo« ist der Name des Berges bei den Mekong-Tibetern. Man hört dort auch »Kakebo«, da das R in ihrem Dialekt nicht so scharf ausgesprochen ist, wie weiter im N., ebenso »Doke-la« neben Doker-la. »Kagerpu« habe ich 1915 geschrieben, als ich den Namen erst wenig gehört hatte, um mich möglichst dem durch Ward geläufigen anzupassen.

schmalen Flußterrasse; Kalksteinzinnen und -türme gibt es dort nicht, bei Patong soll Marmor gebrochen werden, keinesfalls aber spielt er in der Landschaft eine Rolle. Das Tal erweitert sich erst nach dem Engpaß von Lota; Bouterwek scheint aber zu schließen, daß, wo der Fluß Kurven beschreibt, das Tal weiter ist. Es ist irrig (p. 207), von einer Talebene unter Lota zu sprechen, es gibt nur da und dort sehr schmale Flußterrassen, mehr aber sanfter geneigte Schuttkegel von Seitenbächen. Der Hauptkamm der Mekong—Yangdsi-Kette tritt allerdings von Lota bis gegen Yetsche stark zurück und ist überhaupt niedriger, seine Seitenkämme fallen viel weniger steil ab, was der Gegend ein flacheres Aussehen verleiht. Auf dem von mir begangenen Passe liegt ein Kalkband, sonst ist die Kette Urgestein, auch ganz weicher Granit, erst von Schiondo bis zum Yangdsi finden sich wieder mehrere breite Kalkbänder. Vom 27° 30′ nach S. hat die Kette überhaupt mehr den Charakter eines vielfach, aber ziemlich sanft, zerschnittenen Plateaus[1] mit einigen aufgesetzten Berggruppen. Die Wege Puto—Schupa —Yetsche und Lendaua—Kakatang sind hier vollständig neue Aufnahmen, auch ist die Route über den Litiping offenbar eine Variante der in Davies' Karte eingezeichneten; der erste war allerdings inzwischen auch von Gebauer aufgenommen worden, der mir den dortigen Paß »Lenago« nannte. Ganz neu aufgenommen und von keinem Europäer bereist ist die Strecke Weihsi—Tjiping am Lantschou-ba—Tjiendschuan; wenigstens ist für die letzte Teilstrecke Litton's Karte — nicht allerdings der Text — so abweichend von meiner, daß man annehmen muß, er habe einen anderen Weg begangen. Der Weg führt über eine Tiefenlinie, die in einer weichen Sandsteinschicht zwischen zwei harten Kalkzügen in die acht Rücken einschneidet, welche die Seitenbäche des Flusses von Yingpangai voneinander trennen. Dies ist das Resultat der genauen Konstruktion meiner Aufnahmen, welches von jenem Ward's sowohl als von einer Auskunft, die ich von Eingebornen erhielt und publizierte, abweicht. Ward (The Land of the blue Poppy, Karte zu p. 10), zeichnet das bei To-yie in den Mekong mündende (wohl mit jenem von Hsiau-tien bei Davies identische) Tal offenbar als Unterlauf meines bei Dsanyilo gekreuzten (»Süschito« habe ich für einige Häuser zwischen Dsanyilo und Tschinkutang notiert). Zwar habe ich von der Wegstrecke aus, die ich abseits vom Tale reiste, weder das Tal noch die jenseitige Bergkette jemals im Zusammenhang gesehen, aber doch wiederholt solche Teile, daß sie mir beim Auftragen meiner Aufnahme in Zusammenhang kommen. Ward (l. c. p. 203) erzählt, daß er nach dem Passieren der Berge im Nebel endlich am Mekong wieder schönes Wetter getroffen habe. Ob es sich dabei um eine zwischen der dörferreichen Talweitung von Pi-iu-ho und dem Mekong passierte niedrige Bergkette, die ich sah, handelte, ist nicht zu ersehen. In Schadien erzählte mir jemand, der dortige Fluß münde bei Hsiautien, drei Tagereisen weit, in den Mekong. Bei der großen Unverläßlichkeit der Chinesen in derlei Auskünften konnte ich darauf auch kein weiteres Gewicht legen, sondern vertraue am meisten auf meine eigenen Augen, habe aber den Hauptflußlauf doch streckenweise gestrichelt gezeichnet, da es in Yünnan Verschneidungen, Flußdurchbrüche u. dergl. gibt, die einem von weitem entgehen können. Die breite Kette zwischen meiner Reiseroute und dem Yangdsi-djiang besteht zum großen Teil aus Sandstein, anscheinend auch der hohe, in mehrere Türme zerspaltene Lotue-schan, der aber fast horizontale Schichtung zeigt. Erst der Wangtjiang-schan und Lautjün-schan bestehen aus Kalk, der ebenfalls nicht sehr stark gestört zu sein scheint und dessen untere Schichten am Westrand der Ebene Lantschou-ba über dem Fuße der anscheinend kristallinischen Kette des Yelu-schan, gegen W aufsteigend, eine Reihe von Schichtköpfen bilden. Das Land zwischen den Rücken der Pässe Yenaping und Balaschu ist ein echtes »Rotes Becken«. Außerhalb meiner Karte in der Kette des Kalkgebirges Heschanmen nördlich des Tali-Sees besteht der Mangan-schan südlich von Hotsching aus einem grünen Eruptivgestein.

Am Yangdsi-djiang ist die Strecke Totyü—Tjitsung und das Seitental bis Ronscha nach einer unpublizierten Aufnahme von Gebauer von mir wieder neu aufgenommen. Von Tjitsung abwärts entnahm ich Entfernungen und Mündungen der Seitentäler Davies' Karte, ihr Verlauf aber bedurfte vieler

---

[1] Weshalb aber die von mir weiß gelassenen, nicht näher eingesehenen Flächen keineswegs als ganz eben anzusehen sind.

Korrekturen; kleinere Ortschaften und die Formen der Talsole wurden meinem größeren Maßstab entsprechend berücksichtigt. Der Yangdsi-Bug bei Schiku—Aschi erweist sich als noch schärfer als bisher angenommen, es ist ein vollständiges Zurückkehren des Flusses, denn von letzterem Orte ab fließt er beinahe nördlich, breit, ruhig und tief, wie gestaut, bis Ladsaku, wo er 28 *km* (nicht 3—4 *km*) unter Aschi in die später zu besprechende große Schlucht eintritt.

Das Plateau von Dschungdien ist von seinem Westrand bis zur Linie Bödö (Peti)—Paß Gitüdü ein welliges, auch zwischen Apala, Tahota und Patü-la aus gerundeten Rücken und nicht, wie es nach der Karte erscheinen könnte, glatten Hochebenen, großenteils aus Urgestein bestehendes Waldland von ± 4000 *m* Höhe. Das alte Seebecken von Dschungdien bis Tomulang und abwärts von diesem Orte die tiefe Schlucht des Dschungdjiang-ho ist darin eingesenkt, von der Kette Piepun—Tjata-schan erheben sich nur die beiden so benannten Teile wesentlich über das Plateau. Der aus mindestens drei paralielen Sandstein- und Kalkketten bestehende, ober dem bedeutenden Bergwerksorte Anangu (chinesisch Anantschang) ergiebige Gold- und Silberminen beherbergende Piepun trägt keinen Firn, aber in 4200—4500 *m* Höhe viele alte Moränen. Der Tjata-schan ist der Konemoschi[1] Kreitner's, der auf seiner Nordseite einen breiten, bis zum Gipfelkamm reichenden Gletscher trägt und zum Beispiel von Anangu aus dem Ortler von Norden gleichsieht; von S sieht er aus wie ein ganz kurzer, stehengebliebener Rest der Lidjiang-Kette, rechts durch den Fluß zu einer oben senkrechten Wand angeschnitten, links etwas weniger steil abfallend. Die Gipfelregion besteht sicher aus Kalk, dessen Lagerung ich jetzt nicht sicher angeben kann, die ihn fortsetzende kurze, um 4500 *m* hohe Kette zwischen Losiwan und Haba aus Kalkschiefern. Über die Naturbrücke bei Pauschi und die 40 *m* hohe und mehrfach breitere Gruppe von Sinterbecken bei Bödö habe ich schon in Petermann's Mitteilungen, LXI., 1915, p. 482, beziehungsweise den Sitzungsberichten der Akademie der Wissenschaften, Wien, math.-nat. Kl., 29. IV. und 2. XII. 1915 berichtet. Die ganze sanft geneigte Fläche, auf welcher die sechs Dörfer von Bödö liegen, scheint nach Aufschlüssen aus altem Sinter zu bestehen. Den nordöstlichen Winkel des Dschungdien-Plateaus nimmt der breite Gebirgsstock Küdü ein, die Fortsetzung des innerhalb der Yangdsi-Schleife gelegenen Hsüetschou-schan.

Die großartigste Erscheinung am Yangdsi-djiang[2] ist sein Durchbruch durch den Yülung-schan, die Schneekette von Lidjiang. In den Verhältnissen kommt diese Schlucht jener des Brahmaputra zwischen dem Gyala Peri und dem Namscha Barwa vor seinem Durchbruch durch den Himalaya gleich, in den Dimensionen steht sie nur wenig dahinter zurück. Ihre Tiefe beträgt gegen 4000 *m*, die Wände sind oben und zuunterst beinahe senkrecht, in den mittleren Teilen überall sehr steil, doch finden an der Westseite winzige Moso-Dörfchen, an der Ostseite an einem enorm steilen Hange und sicher sehr schlecht zugänglich einzelne Lissu-Hütten (Tahosa) Platz. Dort führt eine wilde, teilweise walderfüllte Felsschlucht in steilen Absätzen hinauf bis an die Gipfelwand des nördlichen Hauptgipfels der Lidjiang-Kette, Djinaloko. Der ganze Hauptkamm stürzt nach W zunächst in einer glatten Felsflucht ab, erst tiefer unten setzen die Seitenkämme an. Ich hebe dies zur Berichtigung der in der Lithographie nicht vollkommen genau gelungenen Wiedergabe meiner Zeichnung besonders hervor. Die scharfe Kante ober Yulo soll ein gerundeter Kopf sein; der unter dem Namen Ünlüpe erscheinende Seitenkamm ist wirklich nur eine undeutliche Vorwölbung. Yulo, Dsato und die Lamase liegen auf einer ganz sanft geneigten Fläche, die in der Karte zu dunkel geraten ist. Die Durchbruchschlucht ist nicht, wie ich in meinem ersten Berichte meldete, wo ich nach den Versicherungen angeblich informierter Leute auch bezweifeln mußte, daß Bacot sie durchreist hat, unzugänglich, sondern es führt am linken Ufer, allerdings gegen 800 *m* auf- und absteigend, ein Weg hindurch, der sogar für kleine Tragtierlasten, wenn sie nach tibetischer Art

---

[1] Dies wohl der tibetische Name, den ich nicht hörte, da ich dort nicht mit Tibetern verkehrte. Ich hörte auch einen Moso-Namen, sehr einwandfrei wurden mir aber alle seine Namen nicht mitgeteilt. Viel besser ist dies bei den Gipfeln der Lidjiang-Kette, wo ich meine dort ansässigen, bergkundigen Moso als Gewährsmänner hatte.

[2] Es bedarf wohl eigentlich keiner Erwähnung mehr, daß der Name Yangdsi-djiang (»Yangtse-kiang«) keinem Chinesen bekannt ist. In Yünnan heißt er allgemein Djindjia-djiang, in der Mososprache heißt sein Lauf von Tjitsung bis Tsilidjiang Yibu.

oben an dem Sattel selbst befestigt sind und nicht auf dem breiten chinesischen Holzrahmen liegen, passierbar ist. Unten am Fuße soll ein Klettersteig »wie am Djioudjiang« hinführen, dessen Begehung zu näherer Untersuchung und Vermessung der Yangdsi-Katarakte, deren einer auf meiner Photographie deutlich zu sehen ist, sehr empfehlenswert wäre. An der rechten Talseite geht aber kein Weg durch die Schlucht weiter, denn weiter abwärts fallen die rosengartenähnlichen Felsgipfel des Atsako genannten Kammteiles nahezu senkrecht über 2000 *m* tief in den Fluß ab. Hinter dieser Schlucht stehen jene am weiteren Flußlauf, wie die von Andrews (Camps and Trails in China, New York, 1918 p. 164, 167) so schwärmerisch, aber keineswegs übertrieben geschilderte gleich unter Ndaku (Taku) ganz bedeutend zurück. Vom Berge Lamatso aus sieht man gegen SSW eher ein dürres Becken, dessen Ausfüllung sich allmählich zu den Hängen des Halau-schan hinaufzieht (flacher, als es in der Karte erscheint!), während der Fluß, hart an den Küdü-Gebirgsstock gedrängt, in Schluchten herankommt, deren Ränder man oben nahe aneinander in das Becken einschneiden sieht, die letzte unten neben einem scharfen doppelspitzigen Grat sich öffnend; auch dort eine Landschaft von unbeschreiblicher Großartigkeit. In einen weiteren Engpaß zwischen hohen Felswänden tritt der Fluß wieder unter Fongkou, von dort abwärts habe ich nur die Verschneidung des durchwegs steil eingeschnittenen Tales oft gesehen, so daß ich den Fluß doch ziemlich genau zeichnen kann.

Von den Gipfeln der Lidjiang-Kette ist bisher nur der Satseto in Davies' Karte richtig gezeichnet; nicht zu wundern, denn man muß im Sommer oft tagelang warten, um sie durch einige Augenblicke zu sehen zu bekommen. Sein Bild bei p. 154 zeigt den Hauptgipfel, durch sehr grobe Retusche verunstaltet. Nur einen der Felsgipfel am Ende der schneelosen Kette Ünlüpe im Neuschee zeigt Andrews' Bild des »Snow mountain« (l. c. p. 116). Der Hauptteil der Lidjiang-Kette besteht aus senkrecht aufgerichteten, ungefähr N—S streichenden Kalkschichten, deren Alter ich seinerzeit nach den vielen gesammelten Fossilien bestimmen kann, das südliche Drittel der Kette Ünlüpe aber aus Eruptivgesteinen über dem Kalk. Hoch oben am rechten Hange des vom Ganhaidsi-Sattel nach Yulo hinabführenden Tales sieht man Konglomeratfelsen, und, da auch der Schidsi-schan östlich von Lidjiang bis zum Kamme aus Konglomeraten besteht, wird hier einmal der Schlüssel zu finden sein zur Erklärung des Zustandekommens der Yangdsi-Schleife. Am nördlichen Hauptgipfel, Djinaloko, teilt sich die Kette in zwei parallele, nach N an Höhe abnehmende, aus mächtigen Felszinnen gebildete Ketten, die zwischen sich einen Gletscher einschließen, dessen Dimensionen ich in Ermanglung vollständiger Überblicke nicht genau angeben kann, die aber ohne Zweifel sehr bedeutende sind. Zur östlichen Felskette scheint übrigens als stehengebliebener Rest weiter in S das Felshorn östlich des Satseto-Gipfels zu gehören und vielleicht noch zwei Kanten südlich der großen, gleich zu besprechenden Schlucht; dann ist sie im Djinaloko-Gipfel nur durch einen Quergrat mit der westlichen Kette verbunden. In der Mulde ne. des Satseto liegt ebenfalls ein schöner Gletscher mit Firnbecken und Eisbruch, keineswegs nur ein »kleiner Gletscherrest« (Bouterwek p. 231). An der 2000 *m* hohen Südwand des Satseto klebt ein Hängegletscher, dessen Zunge unter 4000 *m* über dem Boden einer mächtigen, 3 *km* langen, früher auch gletschererfüllten Schlucht hängt, die sich nach E zwischen senkrechten Felswänden öffnet, die tiefe Gletscherschrammen zeigen und gerade bis zur Höhe der Moränenrücken so glatt geschliffen sind, daß daran kein Baum haften kann, während sie weiter oben in Ritzen Baumwuchs tragen. Die Moränen bilden vor der Schlucht einen prachtvollen Zirkus, die Hauptzunge des Gletschers war 4 *km* lang und endete an dem Sattel zwischen Peschue und dem großen Seebecken von Lidjiang in zirka 3300 *m* Höhe, ein kurzer Ast aber floß nach S gegen Ngulukö über. Heute schließen die Moränen die Weidematte Saba ein, in deren Sande der Bach versickert. Die ähnliche Matte Gaba (Ganhaidsi, an der Routengabelung s. Peschue) ist, nach Form und Konglomeraten zu schließen, ein Eissee gewesen. Östlich des Yülung-schan nehmen die Gebirge an Höhe ab, das ganze Land, auch bis Minying, hat mehr Mittelgebirgscharakter und ist in der Karte besonders östlich von diesem Ort bis zum Flusse zu dunkel geraten; parallel mit der Lidjiang-Kette streicht aber wieder die Kette Hsuetschou-schan—Küdü, ebenfalls vom Yandsi durchbrochen. Diese Flußdurchbrüche waren schon den ersten Erforschern der Yangdsi-Schleife bekannt, wurden aber zum Beispiel von Forrest

(The Gardeners Chronicle XLVII, p. 202 [1910]) in Abrede gestellt und sind in den modernen Atlanten, die durchwegs die Lidjiang-Kette bis zum Ende der Schleife durchziehen lassen, nicht zu erkennen. In diesem Teile ist der Hsuetschou-schan mit 4900 *m* der höchste Gipfel; Bergnamen der Karten wie »Kuatin«, »Kualimalu« fanden bei den Anwohnern kein Verständnis. Vom Hsuetschou-schan zweigt eine Kette ab, welche im Halau-schan endet. Welches ihr Bau ist, kann ich nicht angeben es scheint aber hier (einschließlich Küdü) schon das nach E sich erstreckende weniger gefaltete Land zu beginnen, wie sich auch an den östlich vom Wege das Yangdsi-Tal und seine Seitenschluchten dräuend überragenden Felsköpfen bemerken läßt,[1] während in der Tiefe bei Tschuadsi noch senkrecht NS gestellte Schichten aufgeschlossen sind, deren eine als harter Kalkgrat zwischen weichem Phyllit herausgewittert ist. Ob — auch auf dem Tjata-schan und dem nördlichen Teile der Lidjiang-Kette — eine Diskordanz vorliegt, kann sich vielleicht aus der Bearbeitung meines nicht zur Hand befindlichen Materials ergeben. Vorläufig mögen meine Angaben einen Fachgeographen anregen, diese verhältnismäßig leicht zu bereisende Gegend sich zum Ziel zu setzen.

Im Gebiet von Muli ist die Aufnahme des Unterlaufes des Dou-tschu und seines östlichen Seitentales neu, ebenso der Täler von Lidjiatsun und Udyo; die Lage der Kämme zwischen Paß Döko und Gipfel Gonschiga zum Wege, den Davies im Schneesturm ohne Aussicht reiste, mußte berichtigt werden. Teils aus Kalk, zum größeren Teile aber aus verschiedenen Schiefern besteht dieses Gebirge.

Ganz neu ist die Aufnahme von Yungning bis Yungbei, denn das Wenige, was sich in Davies' Karte findet, ist fehlerhaft. Das Land ist mit Ausnahme der hohen Kalkkette Waha—Alo[2] ein ± 3200 *m* hohes Bergland mit gegen S sanft, gegen N viel schärfer eingeschnittenen Tälern, die bald reich bebaute und auch von Chinesen bewohnte Weitungen, bald unbebaute Engen bilden. Es besteht aus oft beinahe horizontal wechsellagernden Kalken und Sandsteinen und hat diesen Charakter bis gegen das Becken von Yenyüen, auch die Gegend östlich von Yungbei sieht ähnlich aus. Nicht unwichtig ist das Ergebnis, daß der mittlere Ast des Wolo-ho, der jedenfalls nicht sehr weit ober dem gleichnamigen Dörfchen in zirka 27° 40′ Breite links den Fluß von Yungning und rechts jenen von Yenyüen aufnimmt und in 101° 10′ e. L. in den Litangfluß mündet, seine Quellen ungefähr am 27° n. Br. hat. Nicht als sichergestellt ist dagegen meine Darstellung anzusehen, nach welcher die Flüsse von Dsutoupo und Poloti getrennt in den Yangdsi münden. Es ist aber südlich des Mantou-schan eine so bedeutende, weitreichende Verschneidung zu sehen, daß mir dies das wahrscheinlichste schien, zumal da ich — allerdings nur von ferne — nirgends eine Andeutung eines größeren Seitentales des Flusses von Poloti erblicken konnte.

Da auch südlich des Yangdsi-djiang in der Gegend von Hwangdjiaping am Wege von Yungbei nach Dali (Tali) und östlich davon im Tauhwa-schan bei Peyentjing fast ungestörte Kalk- und Sandsteinberge liegen, scheint mir hier eine weniger als das Yünnan-Tafelland selbst gestörte, höher gelegene und vielleicht geologisch jüngere Fortsetzung desselben bis zur Linie Yungning—Yenyüen—Hweili in Setschwan zu reichen. Inwieweit Deprat's am Yangdsi im N von Yünnanfu konstatierter und, nach W fortgesetzt gedacht, als Ursache des Ostbuges des Stromes angesehener »Yünnanesischer Bogen« dadurch überdeckt oder gar in Frage gestellt wird, wage ich vor einer geologisch-fachmännischen Bearbeitung meines Materials noch nicht zu erörtern.

Zu der Verteilung der Völkerschaften mögen vorläufig als neue Ergänzungen zu Davies' Eintragungen nur die folgenden Bemerkungen gelten.

Lissu sollen, kürzlich eingewandert, auch am Djiou-djiang südlich des von mir erreichten Punktes wohnen. Am Salween breiten sie sich immer mehr nach N aus. Ihr geschlossenes Gebiet

---

[1] Der in der Karte durch Auslassen der Farbe anscheinend aus zwei Kämmen bestehende Teil se. Gwulouo ist nur ein gegen SE unter der Gipfelkante sanfter abfallender Rücken.

[2] Der letztere soll chinesich Yo-schan heißen. Dort ist am s. Ende meiner Reiseroute, aber erst oberhalb der Quelle des darunter (aber wohl unterirdisch aus ihm) entspringenden Baches ein Hochsee einzutragen.

reicht aufwärts bis Yuragan, ein vereinzeltes Lissu-Dorf ist aber, wie schon der Name zeigt, Niualo. Auf dem Rücken Alüiaka haben sich mehrere Familien niedergelassen; wenn ihre Ausbreitung fortschreitet, so ist zu erwarten, daß dieser kräftige Menschenschlag die kleinen und schwachen, obwohl gesunden Lutze früher oder später aufsaugt, verdrängt oder vernichtet. Daß die Dörfer an den Hängen des Mekong-Tales (nicht in der Sohle außer in schwer zugänglichen Winkeln des rechten Ufers) von Lissu bewohnt werden, ist bekannt, ihre nördlichsten sind Scheme und Djranira. Schupa und Tseli (dieser Name nach Bacot, denn ich konnte ihn bei dem einzigen im Dorfe anwesenden, des Chinesischen unkundigen alten Weib nicht erfragen), ein Teil von Meti und am Yangdsi selbst ein kleines Dorf gegenüber Schietila sind ebenfalls Lissu-Dörfer, dann Akelo und mehrere ganz kleine Dörfchen um den dortigen Paß, während talabwärts bis gegen die Mündung Naschi (Moso) das große Tal bewohnen. Südlich von Weihsi ist alles von Dsanyilo bis Basulo Lissu-Land.

Tjitsung ist tibetisch, dann abwärts wieder alles Naschi. Hsifan haben große Dörfer südlich von Weihsi: Miesuyi, Yissutsa, wo sich auch ein chinesischer Polizeiposten befindet, und alle bis zum Lantschou-ba, das von Mindjia bewohnt wird. Ganz zerstreute Lissu-Dörfer finden sich auch im südlichsten Zipfel des Dschungdien-Plateaus, dann, wie schon erwähnt, Tahosa und einige, die ich nicht sah, in der Gegend östlich von Minying.

Lolo haben ihr westlichstes Vorkommen in Hwadjiauping und Hungkungschan, auch Tukwantsun und andere Dörfer an den Hängen der Schlucht des Dschungdjiang-ho bewohnen Lolo. Gwubä ist ebenfalls ein Lolo-Dorf und 1915 ließen sich einige Familien am See von Ganhaidsi und im Gebirge nördlich der Laschi-ba nieder.

Meines Wissens noch nicht von Europäern in Yünnan angegeben sind die Tschundjia. An der Westseite des Yülung-schan bewohnen sie einige kleine Dörfer am Hang ober Yulo. Sie waren schon vor langem aus dem östlichen Kweitschou gekommen, wo ich das seine Verwandtschaft mit den Schan durch die vielen niedrigen übereinandergeschichteten Dächer seiner hohen Pagoden verratende Volk 1917 körperlich und in Kleidung vollständig übereinstimmend sah.

In Lidjiang selbst ist noch ein guter Teil der Bevölkerung Mindjia, wie mir Missionär A. Kok dort versicherte. Naschi (Moso) sind die Bewohner des Tales von Muschentu bis Laba, während Tschua-dsi, die meisten am Dou-tschu und alle seines von mir bereisten Seitentales Hsifan-Dörfer sind. Dort war die politische Grenze von Setschwan, das heißt dem unabhängigen Lama-Fürstentum Muli, dessen Chef vom Tutschün (Gouverneur) in Tschengtu als Tussu anerkannt ist, und Yünnan weiter südlich zu ziehen als Davies es tut. In Yungning und südlich davon wohnen Moso, die als Lüdi sich mit den Lidjianger Naschi schon sehr schwer verständigen, in dem Becken von Pautu, wo in Lantjitschou ein chinesischer Präfekt (Schiendschang) residiert, und den Talbecken an den Seitenbächen dieses Flusses gemischt mit Chinesen. Dsutoupo und Poloti sind Hsifan-Dörfer, dort wohl die südlichsten dieses Stammes.

Schließlich sei zu diesem Kartenteil erwähnt, daß eine Telegraphenlinie von Tali über Hotjing, Lidjiang, dem geradlinigen Wege entlang nach Dschungdien und von dort weiter über Pongtsera nach Atentse führt. Hoching, Likiang, Chungtienting sind die offiziellen Namen ihrer Stationen. Ob die Telegraphenlinie von Lidjiang nach Yungbei, zu der das Material 1916 schon an Ort und Stelle war, deren Bau aber an Geldmangel scheiterte, inzwischen fertiggestellt wurde, ist mir unbekannt.

Zum Teile: S-Setschuan.

In dem zweiten Kartenteile legte ich die wichtigsten, im Großen neuen Ergebnisse meiner Aufnahmen im östlichen Teile meines Arbeitsgebietes in Yünnan—Setschuan nieder, während ich Details zu schon aufgenommenen Strecken, wie dem Tjiendschang-Tale (des Anning-ho) und dem direkten Wege von Hweili nach Yünnanfu, dort auch einige neue Teilstrecken, für die Ausarbeitung in großem Maßstabe vorbehalte.

Zunächst erwies sich Kuapie in Davies' Karte nicht richtig eingetragen. Der dortige Chef ist ein Moso, nicht (Davies', Yünnan, p. 237) Hsifan. Ein anderer einheimischer Fürst, der von der Regierung anerkannt und mit den Geschäften eines Schiendschang betraut ist (»Tussu«), ist ein Lolo, der in Kupesu im Becken von Yenyüen residiert. Die Seitentäler des Flusses von Litang, der dort Hsiau-Djing-ho genannt wird, erscheinen in meiner Karte neu aufgenommen, ebenso konnte das Gebirge und die Flußläufe zwischen dessen Tal und dem Becken von Yenyüen bei zweimaliger Bereisung richtiger dargestellt werden, als es Ryder von ferne tun konnte, während Jack's Darstellung seiner Reiseroute Kuapie—Maukoyentjing offenbar auf schlechter Beobachtung beruht. Der im ganzen sanft abgedachte, aber im Detail an den tief eingeschnittenen Trogtälern sehr steile Formen aufweisende Südabfall des Gebirges ist keineswegs übersichtlich. Bei näherem Zusehen sieht man sich immer wieder getäuscht, wenn man zum Beispiel von ferne zwei große in einer Linie liegende Talfurchen (Hwapolu—Mabaho) für einheitlich gehalten hat und sie dann durch einen schmalen Grat getrennt und den oberen Fluß sich abseits durch ein kaum auffindbares Kañon seinen Weg bahnen findet, aus dessen Tiefe noch hohe Kalkpyramiden aufragen, oder wenn, wie öfters am Fuße des Gebirges, kleine, der Hochebene aufgesetzte Hügel von den Flüssen gerade mitten durchschnitten werden. Tiefe Klüfte und unergründliche Löcher, Mengen von Dolinen, die oft in Reihen angeordnet sind und zu Karren verwitterte Felsplateaus gehören weiter zu den Karsterscheinungen dieses Gebirges dessen Wasserarmut aber nicht verhindert, daß unter der Wirkung der Sommerregen auf dem Plateau des Liukuliangdsi, dem der Gipfel Heloscha angehört, tiefgründiger pflanzenreicher Moder als Verwitterungsprodukt weite Strecken bedeckt. Die Höhen erwiesen sich etwas niedriger als Davies' Karte zeigt, denn meine Koten betreffen die höchsten Gipfel. Die Kette, die sich in die Yalung-Schleife erstreckt, scheint jedoch in ihrem nördlichen Teile höher zu sein. Die Gebirge nördlich des Litang-Flusses und Yalung bestehen aus Urgesteinen, südlich liegen zwischen den Kalken auch Sandsteinschichten; über die, soviel ich mich erinnere, recht ungleichmäßige Lagerung kann ich aber jetzt nichts angeben. Oti liegt auf einer alten, ausgeglichenen Sinterterrasse, ähnlich wie Bödö, doch sind die Dimensionen viel geringere. Die Bewohner der Gebirge sind Lolo, Moso, die einen sowohl von den Naschi als Lüdi sehr abweichenden Dialekt sprechen, und Hsifan.

Das Becken von Yenyüen enthält nur den Wasserläufen entlang kultivierbaren Boden, der von Chinesen in zahlreichen Dörfern und Einzelhöfen mit Türmen besiedelt ist, während die etwa 50 *m* höheren Strecken dazwischen wellige, öde, steppenbedeckte Karstplateaus bilden; auch Yenyüen liegt niedriger als die Karten angeben, wie ich nach einer in Ningyüen errichteten Basisstation bereits genau berechnen konnte. Der Beling-schan und die Berge am Ostrande des Beckens bestehen größtenteils aus Sandstein. Mein Weg über den Yalung nach Hosi kann als Neuaufnahme gelten, da er bisher nur sehr schematisch dargestellt wurde. Dort reichen Kalke bis in die Yalung-Schlucht, während die Yalung—Tjiendschuan-Kette zum größten Teil aus ganz weichem Granit besteht, dessen Handstücke sofort zerbröckeln und in den der Karawanenweg eine über 5 *m* tiefe Furche eingeschnitten hat, wie in Nordchina im Löß.

Die Landschaft des Lolo-Landes östlich von Ningyüen wurde bisher von Reisenden in übertriebener Weise als großartig geschildert. Sie ist in Wirklichkeit alles andere als dieses; mit Ausnahme des 1700 *m* hohen, aber sehr zerfurchten und im ganzen keineswegs steilen Westabfalles übertrifft sie bis Lemoka an Gliederung und Größe keineswegs jene des Yünnan-Plateaus, durch Entwaldung steht sie aber an Schönheit weit hinter ihr zurück. Die spärlichen Waldreste, die man in Schluchten finden kann, zeigen, daß die Vegetation ehemals ganz jener der gleichen Lagen der Hochgebirge entsprach. Sandstein, meist von roter Farbe, und bunte Mergel, alles nicht stark gefaltet, bilden nur recht sanfte Rücken, zwischen denen die ziemlich breiten kultivierten Täler, insbesondere jenes des weite Windungen beschreibenden Flusses von Tjiautjio, eingesenkt sind. Erst östlich von Lemoka wird der Charakter wild und großartig, aber, soviel ich mich erinnern kann, auch nicht durch stärkere Faltung, sondern durch die Erosion, die vom Yangdsi-djiang aus tiefe Schluchten weit ins

Gebirge hinein gefressen hat. Der viel gerühmte Lungtou-schan ist nur ein Schichtkopf gegen E kaum aufgerichteter Schichten, der gegen das Erosionsgebiet des Yangdsi steil abbricht; ich habe ihn auf meiner Reise wegen seiner von ferne erkennbaren Bedeckung mit *Quercus aquifoliodes*-Gestrüppe für nicht viel über 3000 *m* geschätzt, nach meinen späteren Erfahrungen über die Verbreitung dieses Baumes könnte er — aus diesem Grunde allein — wohl gegen 4000 *m* erreichen, ich glaube aber, daß er sicher nicht 3500 *m* übersteigt; sicheres kann erst die photogrammetrische Konstruktion meiner Aufnahmen ergeben. Auch südlich davon trägt sicher kein Berg, auch nicht der »Schamahsue-schan« (Bouterwek l. c. p. 242), ewigen Schnee. Es erscheint mir wahrscheinlich, daß sowohl der Lungtou-schan als jene nördliche Parallelkette, die ich in Petermanns Mitteilungen (IX_2, p. 26, 1914) erwähnte, nur deshalb quer nach E zu streichen scheint, weil sie durch Quertäler aus dem Plateauland herausgeschnitten wurden, welches mir morphologisch mit dem Yünnan-Plateau im oben erweiterten Sinne zusammen zu gehören scheint. Von dessen nördlichem Teil ist das Lolo-Land getrennt durch die beiden Yalung-Ketten und jene östlich des Tjiendschang, die viel mächtiger ist, bis 4500 *m* erreicht und anscheinend ganz wie der Lotye-schan, der ihren nördlichen Schluß bildet, aus Sandstein besteht, wie das Plateau östlich von Hweili durch die kurze, aus Eruptivgestein (nicht, wie ich früher meldete Chloritschiefer) bestehende Kette des Lungtschu-schan.

Schließlich die Bemerkung, daß an der »Militärstraße« Ningyüen—Lemoka die Wachthäuser schon längst wieder verfallen sind und 1915 die Chinesen aus dem Lolo-Lande wieder vertrieben worden sein sollen. 1914 wurde der 1911 zerstörte Telegraph von N (Tschengtu) nach Ningyüen-fu wieder eingerichtet.

Teilkarten aus NORDWEST-YÜNNAN und SÜD-SETSCHUAN

Nach den Positionen von Davies' Karte und den eigenen Vermessungen, Routenaufnahmen und Photographien der Jahre 1914, 1915 und 1916 konstruiert und gezeichnet von

Dr. Heinrich Handel-Mazzetti

Maßstab = 1 : 633.600.

10 5 0 10 20 30 40 50 km

ERKLÄRUNG:

- ⊙ ORTSCHAFTEN ◎ mit Missionsstationen
- ○ Ortschaften ◎ " " "
- ○ Ortschaften ◎ " " "
- Zerstreute Ortschaften
- Ortslagen nach Erkundung
- Lamakloster, Hütten, Brücken
- Berggipfel, Pässe
- Wasserfall, Gletscher, Firn
- Nicht genau aufgenommene Hänge
- Reichsgrenze, Provinzgrenze
- Meine Reiserouten
- Hauptwege von meinen Abstechern abweichend

5600, 1700 Annähernde Höhen in Metern ü. d. M.

DENKSCHRIFTEN d. AKADEMIE der WISSENSCHAFTEN in WIEN, math.naturw. Klasse, Bd. 97.

Lithogr. u. Druck E.D. HÖLZEL's geogr. Inst. WIEN

ÜBER DIE EIGENBEWEGUNG DER FIXSTERNE

IV. MITTEILUNG:

DAS VERTEILUNGSGESETZ DER EIGENBEWEGUNGEN

VON

S. OPPENHEIM

(SUBVENTIONIERT VON DER HOHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN AUS DEM LEGATE SCHOLZ)

VORGELEGT IN DER SITZUNG AM 20. MÄRZ 1919

Sowohl die Kapteyn'sche Hypothese der zwei Schwärme, wie die ellipsoidale Schwarzschilds, die beide zur Erklärung der eigentümlichen Gesetzmäßigkeiten in den Eigenbewegungen der Fixsterne aufgestellt wurden, stützen sich in der Begründung ihrer Annahmen auf die Ergebnisse von Sternzählungen, die in der Weise ausgeführt werden, daß man den Himmel in kleinere Gebiete von möglichst gleichem Flächeninhalt teilt, in jedem von ihnen die Positionswinkel der Eigenbewegungen der in ihnen vorkommenden Sterne berechnet, sie sodann nach diesen Positionswinkeln ordnet, in Gruppen für ein bestimmtes Intervall vereinigt und deren Zahl in jeder Gruppe festlegt. Die erste Hypothese setzt als Häufigkeitsfunktion für die so aus den Beobachtungen abgeleiteten Sternzahlen die Form

$$dN = N_1 e^{-h^2(u_1^2+v_1^2)} \cdot du_1\, dv_1 + N_2 e^{-h^2(u_2^2+v_2^2)} \cdot du_2\, dv_2$$

fest, damit dem Gedanken Ausdruck gebend, als ob der ganze Himmel mit einer Gesamtmenge von N Sternen in zwei sich ganz unabhängig von einander bewegende Schwärme zerfalle, deren Sternzahlen einzeln N_1 und N_2 und deren Geschwindigkeitsvektoren auf der scheinbaren Himmelskugel u_1 und v_1 beziehungsweise u_2 und v_2 sind und endlich als ob für jeden Schwarm das Maxwell'sche Gesetz der Geschwindigkeitsverteilung gelte. Die zweite macht dagegen den Ansatz

$$dN = N \cdot e^{-(a^2u^2+b^2v^2+c^2w^2)}\, du\, dv\, dw$$

mit der speziellen Annahme $b = c$, so wiederum, als ob die Dichteverteilung der drei räumlichen Geschwindigkeitskomponenten u, v und w nicht eine kugelförmige sondern eine ellipsoidische wäre, wobei dann die Achsen des Ellipsoides die ausgezeichneten Richtungen vorstellen, die die Sterne in ihren Bewegungen bevorzugen, eine Anschauung, ohne die man nach der gegenwärtigen Kenntnis von der Verteilung der Eigenbewegungen nicht auskommen zu können glaubt.

Beide Hypothesen erzielen eine fast gleich gute Darstellung der beobachteten Sternzahlen, deren Durchschnittsfehler etwa 11 bis 12 auf ein 100 Sterne umfassendes Gebiet beträgt, so daß zur Zeit

auf ihrer Grundlage allein keine Entscheidung zugunsten der einen oder der anderen Hypothese getroffen werden kann, wie wohl nicht zu verkennen ist, daß ein Nachteil insoweit auf der Seite der ersteren liegt, als sie zu dieser Darstellung eine Konstante mehr heranzieht als die zweite, nämlich die Aufteilung der Gesamtzahl N der Sterne in die zwei Teilschwärme N_1 und N_2.

Beiden Hypothesen habe ich nun eine dritte gegenübergestellt und sie in drei, in den Denkschriften dieser Akademie veröffentlichten Abhandlungen: Über die Eigenbewegung der Fixsterne; I. Mitteilung: Kritik der Zweischwarmhypothese, 1911, II. Mitteilung: Entwicklung nach Kugelfunktionen, 1915 und III. Mitteilung: Kritik der Ellipsoidhypothese, 1916, entwickelt. Im wesentlichen besteht diese neue Hypothese in der Annahme, daß die konstatierten Gesetzmäßigkeiten in der Anordnung der Geschwindigkeiten die gleichen systematischen Charakterzüge zeigen, wie sie in dem geozentrischen Laufe der kleinen Planeten auftreten, daß also, sowie zu deren Erklärung die Annahme einer exzentrischen Stellung der Erde gegenüber der Sonne genügt, auch die gleiche einfache Annahme einer exzentrischen Stellung der Sonne gegenüber dem Schwerpunkt des betrachteten Sternsystems für die Bewegungen in ihm maßgebend ist. In der Tat brachte auch eine harmonische Analyse der Eigenbewegungen der Sterne in Rektaszension, ferner ihrer Radialbewegungen und endlich der Sternzahlen von einer bestimmten Richtung ihrer Eigenbewegung den Nachweis, daß alle diese Größen von einer einzigen Hauptrichtung, nämlich der nach dem Apex der Sonnenbewegung abhängen und daß sonst keine anderen irgendwie von den Sternen in ihren Bewegungen bevorzugte Richtungen vorhanden sind.

Nur eine Frage ließ die Untersuchung bisher noch offen, die Frage nämlich, wie es sich bei dieser Annahme mit der Verteilung der Geschwindigkeiten der Sterne verhält, oder mit anderen Worten, welches der dieser neuen Hypothese entsprechende analytische Ausdruck für die Verteilung der Sternzahlen in ihrer Abhängigkeit vom Positionswinkel ist. Ihrer Beantwortung ist die vorliegende Mitteilung gewidmet. Doch ist die gegebene Lösung nur eine genäherte, trotzdem aber die durch sie erzielte Darstellung eine so gute, daß sie keineswegs der durch die zwei älteren gegebenen nachsteht und zunächst kein Grund vorliegt, auf höhere Glieder der Entwicklung einzugehen.

Die Grundlage für die Lösung bilden die folgenden zwei Annahmen. Indem zwischen der baryzentrischen Bewegung der Sterne und ihrer geo- oder, was, soweit es sich wie hier nur um Fixsterne handelt, damit identisch ist, ihrer heliozentrischen unterschieden wird, bestehe die erste Annahme in der Forderung: die baryzentrische Bewegung der Sterne befolge genau das Maxwell'sche Gesetz der Geschwindigkeitsverteilung, für die Sternzahlen gelte also der Ansatz

$$dN = Ce^{-h^2(u^2+v^2)}\,du\,dv,$$

worin u und v die baryzentrischen Vektoren der Spezialbewegung der Sterne bedeuten. Die zweite Annahme füge diesem Ausdrucke noch einen Faktor hinzu, der, von der exzentrischen Stellung der Sonne gegenüber dem Baryzentrum abhängig gedacht, dadurch den Übergang von der bary- zur heliozentrischen Verteilung bewerkstelligt. Die Sternzahl N tritt damit in Form des Produktes zweier Faktoren auf, von denen der erste der Anschauung entspricht, als ob das Sternsystem sich, was seine inneren Bewegungen anlangt, ganz analog verhalte mit einem Gase mit den verworrenen nur durch das Gesetz des Zufalls bestimmten Bewegungen seiner Moleküle, der zweite dagegen die Tatsache ausdrückt, daß der Anblick dieser Bewegungen nicht vom Schwerpunkt des Systems aus erfolgt, sondern von einem exzentrisch liegenden Standpunkt aus und dadurch schon jene eigentümlichen Gesetzmäßigkeiten entstehen, die nach den neuen Untersuchungen über die Eigenbewegungen der Sterne in ihnen vorhanden sein sollen.

1. Ableitung der Verteilungsfunktion.

1. Nach der ersten Annahme ist

$$dN = Ce^{-h^2(u^2+v^2)}\,du\,dv \qquad 1)$$

zu setzen, worin u und v die baryzentrischen Komponenten der Spezialbewegung der Sterne bedeuten. Schon ihre rechnerische Durchführung ist nur näherungsweise möglich und es soll diese Näherung darin bestehen, daß der Unterschied zwischen den baryzentrischen Vektoren u und v und den entsprechenden heliozentrischen als eine von der Exzentrizität der Sonnenstellung gegenüber dem Baryzentrum der Sterne abhängige kleine Größe erster Ordnung angesehen und zunächst vernachlässigt werde. Damit werden u und v identisch mit den heliozentrischen Komponenten der Geschwindigkeit auf der scheinbaren Himmelskugel und der weitere Rechnungsgang fällt genau mit dem von Eddington befolgten zusammen. Man setze

$$u^2+v^2 = s^2+w^2-2sw\cos(\vartheta-\vartheta_1),$$

worin w die Geschwindigkeit der Sonnenbewegung, ϑ_1 ihren Positionswinkel, ferner s die beobachtete Sternbewegung auf der scheinbaren Himmelskugel und ϑ ihre Positionswinkel vorstellen, die sich aus den beobachteten Bewegungen in Rektaszension, $\Delta\alpha$ und in Deklination $\Delta\delta$ nach den Formeln

$$s\sin\vartheta = \cos\delta\,\Delta\alpha \qquad s\cos\vartheta = \Delta\delta$$

ergeben. Danach wird

$$dN = Ce^{-h^2(s^2+w^2-2sw\cos(\vartheta-\vartheta_1)}\,ds\,d\vartheta \qquad 2)$$

und dieser Ausdruck ist, um einzig die Abhängigkeit der Sternzahl N vom Positionswinkel ϑ zu erhalten, nach s von $0-\infty$ zu integrieren. Es folgt

$$Nd\vartheta = C\left[\frac{1}{2}+\tau e^{-\tau^2}\int_{-\tau}^{\infty}e^{-x^2}dx\right]d\vartheta = Cf(\tau)\,d\vartheta, \qquad 3)$$

wenn man die Abküzungen

$$\tau = hw\cos(\vartheta-\vartheta_1) \qquad f(\tau) = \frac{1}{2}+\tau e^{-\tau^2}\int_{-\tau}^{\infty}e^{-x^2}dx$$

einführt, eine Gleichung, die eine direkte Berechnung von N und damit einen Vergleich mit den beobachteten Sternzahlen gestattet, sobald nur die beiden Unbekannten w und ϑ_1 bekannt sind. Zu ihrer Berechnung führt der folgende Weg. Bezeichnet N_ϑ die dem Positionswinkel ϑ entsprechende Sternzahl, ebenso N'_ϑ die dem Positionswinkel $180+\vartheta$ zukommende, so hat man für die erste

$$N_\vartheta\,d\vartheta = Cf(\tau)\,d\vartheta$$

für die zweite in gleicher Art

$$N'_\vartheta\,d\vartheta = Cf(-\tau)\,d\vartheta$$

und durch Division beider ergibt sich

$$N_\vartheta : N'_\vartheta = f(\tau) : f(-\tau) \qquad 4)$$

Liegt nun eine Tafel der Funktionswerte $f(\tau)$ und neben ihr auch eine solche der Quotienten $f(\tau):f(-\tau)$ vor und beide finden sich zuerst bei Eddington[1] und sodann in größerer Ausdehnung und für kleinere Intervalle der Variable τ bei Charlier[2] berechnet vor, so kann man aus der letzten

---

[1] Eddington: On the systematic motions of the stars. Monthly. Not. 67, 1907.

[2] Charlier: Eine Studie über die Analyse der Sternbewegungen. Meddel. fran Lunds. astr. observ. 1917.

Gleichung 4) das dem Quotienten $N_\vartheta : N'_\vartheta$ der beiden Sternzahlen mit den Positionswinkeln ϑ und $180 + \vartheta$ entsprechende Argument

$$\tau = h\,w \cos(\vartheta - \vartheta_1)$$

ableiten. Die Zahl dieser so gefundenen τ-Werte ist so groß wie die halbe Anzahl der über die Positionswinkel ϑ sich erstreckenden Sternabzählungen eines Gebietes. Führt man in τ als Unbekannte

$$x = hw \cos \vartheta_1 \qquad y = hw \sin \vartheta_1 \tag{5}$$

ein, so gibt ein jeder τ-Wert eine Gleichung von der Form

$$\tau = x \cos \vartheta + y \sin \vartheta,$$

die nach der Methode der kleinsten Quadrate aufgelöst, x und y und aus ihnen hw und ϑ_1 liefern. Die Zahl dieser Konstanten ist wiederum so groß wie die Zahl der Flächengebiete, in die der Himmel geteilt wurde und über die sich die Sternzählungen erstrecken. Sie geben nach Einführung von

$$-X = w_1 \cos A_1 \cos D_1 \qquad -Y = w_1 \sin A_1 \cos D_1 \qquad -Z = w_1 \sin D_1$$

als den Vektoren der Sonnenbewegung als neuen Unbekannten die Gleichungen

$$\begin{aligned} x &= -X \sin \alpha + Y \cos \alpha \\ y &= -X \cos \alpha \sin \delta - Y \sin \alpha \sin \delta + Z \cos \delta \end{aligned} \tag{6}$$

in der entsprechenden Anzahl und durch deren Auflösung nach der Methode der kleinsten Quadrate die Werte für w_1 als die Geschwindigkeit der Sonnenbewegung und A_1 und D_1 als Rektaszension und Deklination ihrer Richtung, das ist ihres Apex.

2. Die Berechnung des zweiten Faktors, in dem Ausdrucke für die Sternzahlen N stützt sich auf eine Annahme über die räumliche Verteilung der Sterne. Als einfachste erschien mir dabei die folgende: denkt man sich ein kleines Flächenstück am Himmel begrenzt vom Inhalt f, so soll die Zahl der Sterne, die in dem Kegelraum zwischen diesem Sektor und dem Auge des Beobachters liegen, proportional angenommen werden, dem Volumen dieses Kegelraumes und daher

$$N = C f P \rho$$

sein, worin C eine Konstante, ρ die Dichte der Sterne, das heißt, deren Zahl in der Volumseinheit S und P die Normale bedeutet, die von dem Standpunkt des Beobachters aus auf die betrachtete Fläche am Himmel gezogen werden kann. Es sei diese Normale die Hauptnormale des betreffenden Gebietes am Himmel genannt. Für einen anderen Beobachtungspunkt wird in gleicher Art, wenn man die entsprechenden Größen mit C', P' und ρ' bezeichnet, unter Voraussetzung desselben f

$$N' = C' f P' \rho'$$

sein. Durch Division folgt daraus

$$N ; N' = CP\rho : c' P' \rho'$$

eine Gleichung, die sich sofort in

$$N : N' = KP : P' \tag{7}$$

vereinfacht, wenn $C : C' = K$ gesetzt und andrerseits, wie dies hier durchaus geschehen soll, $\rho = \rho'$, das ist eine gleichmäßige Dichteverteilung der Sterne im ganzen Raume angenommen wird.

Indes bezieht sich in dieser Gleichung die Zahl N auf den ganzen Kegelraum, der vom Auge des Beobachters bis zu dem bestimmten Gebiete am Himmel reicht. Die Beobachtungen verlangen aber nicht diese Zahl, sondern nur jene, die für den bestimmten Flächenschnitt des ganzen Kegelraumes giltig ist, der unter dem Positionswinkel ϑ durch dessen Achse gelegt werden kann. Man kann nun annehmen, daß die Zahl der Sterne in diesem Achsenschnitte proportional ist, der Länge der Normalen, die man vom Beobachtungspunkte aus auf die unter dem Positionswinkel ϑ in dem

betrachteten Flächenteile am Himmel gelegte Schnittlinie ziehen kann. Es sei diese Normale die dem Positionswinkel ϑ zugehörige Teilnormale des entsprechenden Gebietes am Himmel genannt und mit P_ϑ bezeichnet, es bedeute ebenso N_ϑ die Zahl der in einem solchen Flächenschnitte liegenden, also dem Positionswinkel ϑ zugehörigen Sterne, dann wird in derselben Art, wie die Gleichung 7) für den ganzen Kegelraum gilt, für jeden seiner einzelnen durch ϑ bestimmten Schnitte die Gleichung

$$N_\vartheta : N'_\vartheta = K P_\vartheta : P'_\vartheta \qquad 8)$$

anzusetzen sein und man hat nur die Aufgabe, um N_ϑ oder N'_ϑ zu finden, die Normalen P_ϑ und P'_ϑ zu berechnen. Hiezu muß wieder eine Annahme über die Form des Sternsystems gemacht werden, über das sich die Sternzählungen erstrecken. Die einfachste ist die, ihm die Form einer Kugel zuzuschreiben. P bedeutet dann die Länge der Normale von einem beliebigen Punkte im Innern der Kugel auf eine in einem zweiten gelegte Tangentialebene und P_ϑ die Normale von demselben Punkte aus auf eine in dieser Tangentialebene unter einem gegebenen Positionswinkel ϑ gezogene Tangentiallinie. Unter Einführung der folgenden Bezeichnungen:

1. X, Y und Z oder in Polarform R, A und D als der Koordinaten des Punktes, von dem aus die Normalen zu ziehen sind,

2. ξ, η und ζ oder ρ, α und δ als der Koordinaten des Mittelpunktes des Gebietes, an das die Tangenten zu legen sind, wird

$$P = \rho - (X\xi + Y\eta + Z\zeta)/\rho$$

$$P_\vartheta^2 = \left[\rho - \frac{Y\xi + Y\eta + Z\zeta}{\rho}\right]^2 + [AX + BY + CZ]^2$$

mit den Abkürzungen

$$A = -\frac{\xi\zeta \sin\vartheta}{\rho\sqrt{\xi^2+\eta^2}} + \frac{\eta \cos\vartheta}{\sqrt{\xi^2+\eta^2}}$$

$$B = -\frac{\eta\zeta \sin\vartheta}{\rho\sqrt{\xi^2+\eta^2}} - \frac{\xi \cos\vartheta}{\sqrt{\xi^2+\eta^2}}$$

$$C = \frac{\sqrt{\xi^2+\eta^2}\sin\vartheta}{\rho}$$

Ausdrücke, die durch Polarkoordinaten dargestellt und nach Einsetzen der Hilfswinkel ε und φ definiert durch

$$X\xi + Y\eta + Z\zeta = R\rho\cos\varepsilon = R\rho\,[\cos\delta\cos D\cos(A-\alpha) + \sin\delta\sin D]$$

$$Z\sqrt{\xi^2+\eta^2} - \frac{\zeta\,[X\xi + Y\eta]}{\sqrt{\xi^2+\eta^2}} = R\rho\sin\varepsilon\cos\varphi = R\rho\,[-\sin\delta\cos D\cos(A-\alpha) + \cos\delta\sin D] \qquad 9)$$

$$\rho\,\frac{X\eta - Y\xi}{\sqrt{\xi^2+\eta^2}} = R\rho\sin\varepsilon\sin\varphi = R\rho\cos D\sin(A-\alpha)$$

die einfachere Form

$$P = \rho\left(1 - \frac{R}{\rho}\cos\varepsilon\right)$$

$$P_\vartheta = \rho\sqrt{\left(1-\frac{R}{\rho}\cos\varepsilon\right)^2 + \frac{R^2}{\rho^2}\sin^2\varepsilon\sin^2(\vartheta-\varphi)} \qquad 10)$$

annehmen.

3. Nun sind zwei Möglichkeiten gegeben, es kann der Mittelpunkt der Kugel mit der Sonne, das ist dem Standort des Beobachters oder aber mit dem Schwerpunkt oder Baryzentrum des Sternsystems zusammenfallen.

Im ersten Falle bedeuten ξ, η und ζ oder

$$\xi = \rho \cos\alpha \cos\delta \qquad \eta = \rho \sin\alpha \cos\delta \qquad \zeta = \rho \sin\delta$$

die heliozentrischen Koordinaten des beobachteten Sterngebietes, X, Y und Z oder, wie von nun ab geschrieben werden soll.

$$X = R \cos A_2 \cos D_2 \quad Y = R \sin A_2 \cos D_2 \quad Z = R \sin D_2$$

die gleichen Koordinaten des Baryzentrums. Werden sohin die heliozentrisch beobachteten Sternzahlen, die zu dem Positionswinkel ϑ gehören, mit N_ϑ, die baryzentrisch geltenden dagegen mit n_ϑ bezeichnet und dabei in Erwägung gezogen, daß für die ersteren sich die angenommene kugelförmige Begrenzung des ganzen sternerfüllten Raumes mit der scheinbaren Himmelskugel deckt, das heißt der Punkt, von dem aus die Normalen zu ziehen sind, mit dem Mittelpunkt der Kugel zusammenfällt und daher $P = P_\vartheta = \rho$ ist, während für die zweiten dieser Punkt mit dem Baryzentrum identisch ist, so geht die Gleichung 8 in diesem ersten Fall über in

$$n_\vartheta : N_\vartheta = KP_\vartheta : \rho$$

oder

$$N_\vartheta = Kn_\vartheta : F \qquad 10a)$$

wo F abkürzend steht für $P_\vartheta : \rho$, das heißt

$$F = \sqrt{\left(1 - \frac{R}{\rho}\cos\varepsilon\right)^2 + \frac{R^2}{\rho^2}\sin^2\varepsilon \sin^2(\vartheta - \varphi)} \qquad 11)$$

eine Gleichung, die aussagt, daß man aus der baryzentrischen Geschwindigkeitsverteilung der Sterne n_ϑ, deren heliozentrische N_ϑ durch Division durch den Faktor F, dessen analytischer Ausdruck durch 11 gegeben ist, findet. Darnach ist also die Gleichung 3 von nun ab zu ersetzen durch die richtigere

$$N_\vartheta \, d\vartheta = Cf(\tau) \, d\vartheta : F \qquad 3a)$$

worin F die ihm nach 11 zukommende Bedeutung hat und den verlangten Transformationsfaktor vorstellt, der die baryzentrische Verteilung $Cf(\tau)\, d\vartheta$ in die heliozentrische überführt.

Schwieriger ist der zweite Fall zu behandeln. Fällt nämlich das Baryzentrum mit dem Mittelpunkte der Kugel zusammen, und sind wieder, wie oben, N_ϑ die heliozentrischen, also beobachteten Sternzahlen, zugehörig zum Positionswinkel ϑ, sowie n_ϑ die baryzentrischen, so bedeuten jetzt ξ, η und ζ die baryzentrischen Koordinaten des Sterngebietes, X, Y und Z die gleichen Koordinaten der Sonne; der eine Punkt, von dem aus die Normalen zu ziehen sind, ist der Mittelpunkt der Kugel; für ihn ist

$$P = P_\vartheta = \rho$$

der zweite ist die Sonne und die Gleichung 8 nimmt damit die Form

$$N_\vartheta = Kn_\vartheta . F \qquad 12)$$

an, mit der gleichen Abkürzung für F wie oben, nämlich

$$F = \sqrt{\left(1 - \frac{R}{\rho}\cos\varepsilon\right)^2 + \frac{R^2}{\rho^2}\sin^2\varepsilon \sin^2(\vartheta - \varphi)}$$

sowie endlich die Gleichung 3 als Ansatz für die Verteilung der Sternbewegungen

$$N_\vartheta \, d\vartheta = Cf(\tau) \, d\vartheta . F \qquad 3b)$$

Aber hier sind die Größen ξ, η und ζ als die baryzentrischen Koordinaten des betrachteten Sterngebietes unbekannt und erst aus den bekannten heliozentrischen abzuleiten. Da eine solche Ableitung zunächst undurchführbar erscheint, so bleibt wieder nur der Weg der Näherung offen, und er soll

wie schon vorher bei den baryzentrischen Geschwindigkeitsvektoren u und v darin bestehen, die Differenz zwischen beiden Koordinaten als eine kleine Größe erster Ordnung anzusehen und sie zu vernachlässigen. Damit werden die ξ, η und ζ mit den beobachtbaren heliozentrischen Koordinaten identisch — und in gleicher Art die beiden Ausdrücke für die Größe F in den beiden Gleichungen $3a$ und $3b$.

4. Die neue Verteilungsfunktion, die an Stelle der Kapteyn'schen der zwei Schwärme oder der Schwarzschild'schen Ellipsoidhypothese tritt, ist

$$N_\vartheta \, d\vartheta = Cf(\tau)\, d\vartheta . F \qquad \text{bezw.} \qquad N_\vartheta \, d\vartheta = Cf(\tau)\, d\vartheta : F.$$

Sie erscheint, wie man sieht, eigentümlicherweise in doppelter Form, einmal mit dem Transformations-Koeffizienten F, als multiplikativem und dann als divisivem Faktor, ohne daß zunächst gesagt werden könnte, welche von diesen beiden Formen die richtige ist, im Gegenteile anzunehmen wäre, daß beide gleichberechtigt sind, das heißt zu gleichen Ergebnissen über die darin enthaltenen Unbekannten führen müßten. Tatsächlich habe ich auch die folgenden Rechnungen in gleicher Vollständigkeit für beide Fälle durchgeführt.

Die Berechnung der Unbekannten selbst in dem Ausdrucke für F gestaltet sich für beide Formen der Verteilungsgleichung in gleicher Art, und zwar wie folgt: Zunächst sieht man, daß sich der Faktor F nicht ändert, wenn man für den Positionswinkel ϑ den um 180° größeren einführt; bezeichnet man daher, wie vorher, die diesen beiden Winkeln zugehörigen Sternzahlen mit N_ϑ, bezw. $N'_\vartheta = N_{180+\vartheta}$, so ist nach der neuen Verteilungsformel

$$N_\vartheta = Cf(\tau).F \qquad \text{bezw.} \qquad N_\vartheta = Cf(\tau) : F$$
$$N'_\vartheta = Cf(-\tau).F \qquad \text{»} \qquad N'_\vartheta = Cf(-\tau) : F$$

und die Division beider führt auf die mit 4 identische Beziehung

$$N_\vartheta : N'_\vartheta = f(\tau) : f(-\tau) \qquad 4)$$

die erkennen läßt, daß der Vorgang zur Bestimmung der Unbekannten w und ϑ_1 in dem Ausdrucke für τ für die reine Maxwell'sche Verteilung durch die Rücksicht auf den Faktor F nicht berührt wird.

Zur Ableitung der Konstanten in der Funktion F dagegen müssen die Werte von N_ϑ und $f(\tau)$ herangezogen werden, die zweien um 90° voneinander verschiedenen Werten des Positionswinkels ϑ angehören. Bezeichnet man diese mit N''_ϑ beziehungsweise $f''(\tau)$

$$N''_\vartheta = N_{90+\vartheta} \qquad f''(\tau) = f[hw \cos(90+\vartheta-\vartheta_1)],$$

so wird für sie der Faktor F

$$F_{90+\vartheta} = F''_\vartheta = \sqrt{\left(1 - \frac{R}{\rho}\cos\varepsilon\right)^2 + \frac{R^2}{\rho^2}\sin^2\varepsilon\cos^2(\vartheta-\varphi)}$$

während der ursprüngliche Wert

$$F_\vartheta = \sqrt{\left(1 - \frac{R}{\rho}\cos\varepsilon\right)^2 + \frac{R^2}{\rho^2}\sin^2\varepsilon\sin^2(\vartheta-\varphi)}$$

ist. Führt man noch die Abkürzungen

$$1 - \frac{R}{\rho}\cos\varepsilon = \mathrm{M} \qquad \frac{R}{\rho}\sin\varepsilon = L \qquad 12)$$

ein, so daß

$$F_\vartheta = \sqrt{\mathrm{M}^2 + L^2\sin^2(\vartheta-\varphi)} \qquad F''_\vartheta = \sqrt{\mathrm{M}^2 + L^2\cos^2(\vartheta-\varphi)} \qquad 11a)$$

wird, so folgen nunmehr aus dem Ansatz für die Sternverteilung, das ist den Gleichungen 3

$$N_\vartheta = Cf(\tau)\sqrt{M^2 + L^2\sin^2(\vartheta-\varphi)} \qquad \text{bezw. } N_\vartheta = Cf(\tau) : \sqrt{M^2 + L^2\sin^2(\vartheta-\varphi)}$$

$$N''_\vartheta = Cf(\tau)\sqrt{M^2 + L^2\cos^2(\vartheta-\varphi)} \qquad \text{» } N''_\vartheta = Cf(\tau) : \sqrt{M^2 + L^2\cos^2(\vartheta-\varphi)}$$

und aus ihnen durch passende Division, nachheriges Quadrieren, ferner durch Addition und Subtraktion der so entstehenden Gleichungen, einerseits:

$$L^2 + 2M^2 = \left(\frac{N''_\vartheta}{Cf''(\tau)}\right)^2 + \left[\frac{N_\vartheta}{Cf(\tau)}\right]^2 \text{ bezw. } L^2 + 2M^2 = \left[\frac{Cf'(\tau)}{N''_\vartheta}\right]^2 + \left[\frac{Cf(\tau)}{N_\vartheta}\right]^2 \qquad 13)$$

andrerseits

$$L^2\cos 2(\vartheta-\varphi) = \left[\frac{N''_\vartheta}{Cf''(\tau)}\right]^2 - \left[\frac{N\vartheta}{Cf(\tau)}\right]^2 \qquad \text{bezw. } L^2\cos 2(\vartheta-\varphi) = \left[\frac{Cf''(\tau)}{N''_\vartheta}\right]^2 - \left[\frac{Cf(\tau)}{N\vartheta}\right]^2 \qquad 14)$$

In die letzte Gleichung als Unbekannte

$$u = L^2\cos 2\varphi \qquad v = L^2\sin 2\varphi$$

einführend, erhält man

$$u\cos 2\vartheta + v\sin 2\vartheta = \left[\frac{N''_\vartheta}{Cf''(\tau)}\right]^2 - \left[\frac{N_\vartheta}{Cf(\tau)}\right]^2 \text{ bezw. } u\cos 2\vartheta + v\sin 2\vartheta = \left[\frac{Cf''(\tau)}{N''_\vartheta}\right]^2 - \left[\frac{Cf(\tau)}{N_\vartheta}\right]^2 \quad 14a)$$

ein System von Gleichungen, deren Zahl so groß ist, wie $^1/_4$ der Zahl von Teilen, in die das Sterngebiet durch die Intervalle der Positionswinkel geteilt wurde. Sie geben nach der Methode der kleinsten Quadrate aufgelöst, die beiden Unbekannten u und v, und damit $L = \frac{R}{\rho}\sin\varepsilon$ und φ und endlich durch Substitution von L in die Gleichung 13 noch M. Die Größe $L^2 + M^2$ hat eine einfache geometrische Bedeutung. Sie stellt, da den Definitionsgleichungen 12 gemäß

$$L^2 + M^2 = 1 - 2\frac{R}{\rho}\cos\varepsilon + \left(\frac{R}{\rho}\right)^2 = \left(\frac{r}{\rho}\right)^2$$

ist, die baryzentrische Distanz der Sterne, sie sei mit r bezeichnet in Einheiten ihrer geozentrischen Distanz ρ ausgedrückt vor. Die weitere Rechnung wurde auch nicht mit der Größe L durchgeführt, sondern stets mit

$$L' = L : \sqrt{L^2 + M^2} = \frac{R}{r}\sin\varepsilon \qquad M' = M : \sqrt{L^2 + M^2}$$

und zwar aus dem Grunde, da damit wegen

$$L'^2 + M'^2 = 1$$

die Zahl der in die Größe F eingehenden Konstanten sich auf zwei reduziert, L' und φ, die zusammen mit den zweien in die Größe τ einzubeziehenden, nämlich w und ϑ_1 — die Zahl der Konstanten in Übereinstimmung bringen mit jener, die nach der Schwarzschild'schen Hypothese zur Darstellung der Beobachtungen notwendig ist, während nach der Zweischwarmhypothese eine Konstante mehr benötigt wird.

Aus L' und φ folgen schließlich die Koordinaten des Baryzentrums nun auch in Einheiten der baryzentrischen Sterndistanz r ausgedrückt, durch die Beziehungen

$$L'\sin\varphi = -X\sin\alpha + Y\cos\alpha$$
$$L'\cos\varphi = -X\cos\alpha\sin\delta - Y\sin\alpha\sin\delta + Z\cos\delta \qquad 15)$$

oder nach Substitution von

$$X = \frac{R}{r} \cos A_2 \cos D_2 \qquad Y = \frac{R}{r} \sin A_2 \cos D_2 \qquad Z = \frac{R}{r} \sin D_2$$

$$L' \sin \varphi = \frac{R}{r} \cos D_2 \sin (A_2 - \alpha)$$

$$L' \cos \varphi = \frac{R}{r} [- \cos D_2 \cos (A_2 - \alpha) \sin \delta + \sin D_2 \cos \delta] \qquad 15a)$$

wenn A_2 und D_2 die heliozentrischen Richtungen nach dem Baryzentrum — nach der einen oder die baryzentrischen nach der Sonne nach der anderen Auffassung der Verteilungsgleichung bedeuten, eine Zweideutigkeit, die sich darin äußert, daß der Winkel φ aus seinem zweifachen Wert 2φ zufolge der Beziehungen $u = L' \cos 2\varphi$ und $v = L' \sin 2\varphi$ zu berechnen ist, und damit der Quadrant, in dem er liegt, unentschieden bleibt.

II. Die Beobachtungsdaten.

5. Das Beobachtungsmaterial, auf das sich die nachfolgenden Rechnungen stützen, ist dasselbe, das Eddington in seiner zweiten Abhandlung: »The systematic motions of the Stars« in den Monthl. Not. of the Astronomical Royal Society, 71, 1911, p. 4 bis 42, verwertet. Seine Grundlage bilden die Eigenbewegungen, die sich in dem großen, 6188 Einzelpositionen von Sternen umfassenden Katalog von Prof. Boss »The Preliminary-General-Catalogue« genannt, vorfinden, sie besitzen einen recht hohen Grad von Genauigkeit und sind, da die Sterne mit ziemlicher Gleichmäßigkeit über den ganzen Himmel verteilt erscheinen, gerade zu solchen systematischen Untersuchungen, wie sie hier angestrebt wurden, recht geeignet.

Eddington teilt den Himmel in 34 Einzelgebiete, von denen er stets je zwei einander diametral gegenüberliegende zu einem vereinigt, so daß im ganzen 17 Hauptgebiete oder Sektoren verbleiben. Das Gebiet I umfaßt die beiden Polkappen, die nördliche und die südliche von den Deklinationen $\pm 90°$ bis $\pm 70°$; die Gebiete II—VII umfassen den Gürtel zwischen den Deklinationen $\pm 36°$ bis $\pm 70°$ und zwar in 6 Teilen, die einzeln über je 4 Rektaszensionsstunden sich erstrecken. Endlich die Sektoren VIII—XVII enthalten die Zonen zwischen dem Äquator und $\pm 36°$ Deklination in 10 Teilen, die je 2·4 Rektaszensionsstunden zählen.

Von den 6188 Sternen des Kataloges wurden nur 5322 benutzt.

Nichtberücksichtigt wurden:

1. Die Sterne gleicher Eigenbewegung in den Sternfamilien, der Plejaden, Hyaden und der großen Bären. Sie sind in der folgenden Tafel durch eingeklammerte Zahlen angedeutet.

2. Die schwächeren Begleiter aller Doppelsterne, die die gleiche Eigenbewegung zeigen wie die Hauptsterne.

3. Alle Sterne vom Spektraltypus *B*, die wie Eddington behauptet, in ihren Eigenbewegungen mehr die Spuren eines zusammengehörigen Sternhaufens nach Art der Sternfamilien verraten, als daß sie dem einen oder dem anderen Schwarm zugezählt werden könnten.

Die 5322 Sterne verteilen sich auf die angenommenen 17 Doppelgebiete mit einer Maximalzahl von 448 Sternen im Sektor VII ($\alpha = 20^h$ $\delta = +50°$ und $\alpha = 8^h$ $\delta = -50°$) und einem Minimum von 237 in XIII ($\alpha = 13^h\ 12^m$ $\delta = +17$ und $\alpha = 1^h\ 12^m$ $\delta = -17°$). In jedem Gebiete wurden die Sterne nach Berechnung des Positionswinkels ihrer Eigenbewegung in Gruppen von je 10 zu 10°, beginnend mit 5° vereinigt und ihre Zahl in jeder Gruppe bestimmt. Es bedeutet somit in der nachstehenden Tafel die Zahl N bei einem Positionswinkel ϑ, daß in dem betrachteten Flächenteile N Sterne vorhanden sind, die eine Eigenbewegung in der Richtung der Positionswinkel $\vartheta - 5°$ bis $\vartheta + 5°$

besitzen. Die Berechnung der Positionswinkel erfolgte nach den Formeln

$$s \cos \theta = \cos \delta \Delta \alpha \qquad s \sin \theta = - \Delta \delta$$

die mit deren gebräuchlichen Bestimmungsart

$$s \sin \vartheta = \cos \delta \Delta \alpha \qquad s \cos \vartheta = \Delta \delta$$

nicht ganz in Einklang steht und erst durch die Beziehung

$$\vartheta = \theta + 90°$$

mit ihr in Übereinstimmung gebracht wird. Dieser Berechnungsart wurde in der folgenden Tafel dadurch Ausdruck gegeben, daß die nach Eddington bei $\Theta = 275°..$ angesetzten Sternzahlen als zu $\vartheta = 5°..$ gehörig angenommen wurden.

Die einzelnen Kolonnen der Tafel haben danach folgende Bedeutung. Die erste Kolonne gibt die Positionswinkel ϑ fortschreitend von je 10 zu 10° und mit 5° beginnend. Die zweite und die dritte Kolonne gibt die zugehörigen Sternzahlen, und zwar die zweite für das nördliche und die dritte für das diametral gegenüberliegende südliche Gebiet. In der vierten Kolonne ist die Summe beider Zahlen angesetzt, jedoch nach statistischen Grundsätzen, um sie möglichst von zufälligen Unstetigkeiten zu befreien, geglättet zweimal nacheinander nach dem Prinzip des arithmetischen Mittels der Hauptzahl und ihrer beiden Nachbarwerte. Die fünfte Kolonne, bezeichnet mit $(B-R)_1$, enthält die Differenzen zwischen den Zahlen der vierten, sie als Beobachtungsergebnisse betrachtet und den auf Grundlage des Maxwell'schen Verteilungsgesetzes allein berechneten; so also, als ob nur die Verteilungsformel $N = Cf(\tau)$ gelten würde. Die beiden folgenden Kolonnen mti den Überschriften $(B-R)_2$ und $(B-R)_3$ enthalten die Differenzen zwischen denselben Beobachtungszahlen gegen die Rechnungsresultate nach den beiden neuen Verteilungsgleichungen

$$N = Cf(\tau).F \quad \text{und} \quad N = Cf(\tau):F$$

und endlich die achte Kolonne die analogen Differenzen gegen die Eddington'schen Rechnungen nach der Zweischwarmhypothese. Sie sind der Eddington'schen Abhandlung entnommen. Am Schlusse jeder Zahlenkolonne eines Gebietes sind neben den Summen der Sternzahlen noch die Durchschnittsfehler der entsprechenden Darstellungen $(B-R)$ in Prozenten angegeben, das heißt: die mit 100 multiplizierte Summe der absoluten Werte der in den Kolonnen $(B-R)$ stehenden Zahlen dividiert durch die Anzahl der Sterne, die in dem betreffenden Gebiete enthalten sind.

Tabelle 1.

Sternzahlen und ihre Darstellung.

ϑ	N Deklination nördlich	N Deklination südlich	N geglättet	$(B-R)_1$	$(B-R)_2$	$(B-R)_3$	$(B-R)_{Edd.}$
Gebiet I: Polkalotte.							
5°	1	0	2·8	— 4·6	+ 0·4	— 1·7	0
15	1	1	2·7	— 5·4	— 2·0	— 2·5	— 1
25	2	1	3·5	— 5·6	— 3·9	— 2·8	— 1
35	2	3	5·5	— 4·6	— 5·0	— 2·3	— 2
45	1	2	9·4	— 1·9	— 4·3	— 0·5	— 1
55	10	5	15·6	+ 3·0	— 1·6	+ 2·3	0
65	17	9	23·3	+ 9·3	+ 2·8	+ 4·8	— 1
75	14	11	30·7	+ 15·4	+ 7·4	+ 5·1	+ 1
85	27	23	35·0	+ 18·6	+ 9·7	+ 4·7	0
95	30	12	34·3	+ 17·0	+ 8·1	+ 5·2	0
105	12	12	29·2	+ 11·3	+ 3·5	+ 5·4	— 1
115	11	16	21·8	+ 3·6	— 2·0	+ 2·7	— 4
125	4	3	15·2	— 2·7	— 5·4	— 0·5	0
135	4	6	10·3	— 7·1	— 6·3	— 3·0	— 2
145	4	3	7·5	— 8·9	— 4·4	— 3·7	+ 1
155	1	3	6·1	— 9·2	— 1·2	— 3·7	+ 1
165	3	3	5·7	— 8·3	+ 2·7	— 2·9	0
175	1	3	5·9	— 6·7	+ 5·3	— 1·7	+ 2
185	7	2	6·1	— 5·1	+ 2·5	— 0·8	+ 1
195	5	0	6·4	— 3·7	+ 0·6	0	+ 2
205	6	2	6·3	— 2·7	— 1·1	+ 0·1	— 1
215	3	1	6·4	— 1·7	— 2·0	+ 0·2	0
225	4	3	6·6	— 0·8	— 2·4	+ 0·1	— 1
235	4	5	6·9	+ 0·1	— 2·3	— 0·2	— 1
245	2	2	7·1	+ 1·0	— 1·9	— 1·0	0
255	7	3	7·2	+ 1·6	— 1·4	— 2·3	— 1
265	5	1	7·5	+ 2·0	— 0·9	— 2·6	0
275	7	1	7·5	+ 2·3	— 0·4	— 1·3	0
285	4	3	7·5	+ 2·4	+ 0·2	+ 0·6	+ 2
295	4	6	6·7	+ 1·6	+ 0·1	+ 1·3	+ 1
305	4	1	5·6	+ 0·5	— 0·3	+ 1·1	0
315	0	2	4·4	— 0·9	— 0·4	+ 0·4	— 1
325	2	1	3·9	— 1·6	— 0·1	+ 0·1	0
335	3	3	3·7	— 2·0	+ 1·0	+ 0·1	0
345	1	1	3·6	— 2·6	+ 2·3	— 0·1	+ 1
355	4	1	3·1	— 3·6	+ 2·7	— 0·6	0
	217	154	371·0	± 48·3	± 26·5	± 18·4	± 8·3

ϑ	N Deklination nördlich	N Deklination südlich	N geglättet	$(B-R)_1$	$(B-R)_2$	$(B-R)_3$	$(B-R)_{Edd.}$
Gebiet II nördlich: $\alpha = 0^h$ $\delta = +50°$, südlich: $\alpha = 12^h$ $\delta = -50°$.							
5°	3	0	2·0	— 1·0	+ 0·2	+ 0·1	+ 2
15	0	2	2·3	— 1·1	— 0·5	0	0
25	1	2	2·6	— 1·5	— 1·6	— 0·3	— 6
35	1	1	3·2	— 1·7	— 2·8	— 0·9	+ 1
45	1	1	5·0	— 1·0	— 3·3	— 1·1	0
55	6	2	8·7	+ 1·2	— 2·4	+ 1·1	+ 2
65	6	4	15·0	+ 5·6	+ 0·4	— 0·9	0
75	11	9	22·7	+ 11·0	+ 4·1	— 2·6	+ 1
85	21	16	29·7	+ 15·2	+ 6·9	— 0·7	0
95	30	17	32·5	+ 14·8	+ 6·0	+ 4·0	— 1
105	13	11	31·4	+ 10·5	+ 2·5	+ 5·9	— 2
115	15	17	27·0	+ 3·3	— 2·2	+ 3·8	0
125	8	9	22·7	— 3·0	— 4·2	+ 1·4	0
135	10	14	18·0	— 8·4	— 6·8	— 1·3	+ 2
145	5	4	14·4	— 11·3	— 1·6	— 2·8	+ 3
155	4	7	11·3	— 12·6	+ 1·6	— 3·9	+ 1
165	4	4	9·5	— 11·6	+ 3·3	— 3·6	— 1
175	4	6	8·3	— 9·7	+ 1·3	— 2·8	— 2
185	3	3	8·0	— 6·8	— 0·9	— 1·4	— 1
195	4	2	8·3	— 3·7	— 1·6	+ 0·2	— 1
205	7	4	9·1	— 0·4	— 0·8	+ 2·0	— 1
215	4	7	10·0	+ 2·3	+ 0·7	+ 3·5	+ 1
225	6	2	10·3	+ 4·2	+ 1·9	+ 4·1	+ 2
235	9	6	9·4	+ 4·4	+ 2·0	+ 3·1	+ 1
245	5	4	7·4	+ 3·3	+ 1·0	+ 0·5	0
255	0	0	5·0	+ 1·6	— 0·5	— 2·8	0
265	2	1	3·1	+ 0·1	— 1·6	— 3·1	+ 1
275	2	1	2·1	— 0·5	— 1·8	— 2·1	+ 1
285	0	1	1·7	— 0·7	— 1·6	— 1·2	+ 1
295	0	0	1·9	— 0·3	— 0·9	— 0·3	0
305	1	2	2·2	+ 0·1	— 0·1	+ 0·4	— 1
315	3	1	2·4	+ 0·3	+ 0·4	+ 0·9	— 2
325	2	1	2·1	0	+ 0·8	+ 0·7	— 3
335	0	0	1·7	— 0·6	+ 0·8	— 0·3	— 2
345	1	0	1·4	— 1·0	+ 0·7	— 0·1	0
355	0	1	1·6	— 1·0	+ 0·6	0	+ 5
	192	162	354·0	± 43·9	± 19·8	± 18·0	± 13·2

ϑ	N Deklination nördlich	N Deklination südlich	N geglättet	$(B-R)_1$	$(B-R)_2$	$(B-R)_3$	$(B-R)_{Edd.}$
Gebiet III: nördlich: $\alpha = 4^h$ $\delta = +50°$, südlich: $\alpha = 16^h$ $\delta = -50°$.							
5°	3	1	3·0	+ 0·7	+ 0·9	+ 1·1	+ 1
15	2	0	3·0	+ 0·6	+ 1·0	+ 1·1	+ 1
25	4	0	2·7	0	+ 0·7	+ 0·7	0
35	0	1	2·4	− 0·6	+ 0·3	+ 0·3	0
45	2	1	2·1	− 1·3	− 0·3	− 0·3	0
55	1	1	2·2	− 2·0	− 0·8	− 0·7	− 1
65	0	0	2·7	− 2·3	− 1·3	− 0·9	− 1
75	3	2	3·6	− 2·5	− 1·7	− 0·9	0
85	4	1	5·3	− 2·1	− 1·9	− 0·8	+ 1
95	2	3	8·0	− 1·2	− 1·7	− 0·4	0
105	4	4	11·9	+ 0·7	− 0·8	+ 0·4	+ 3
115	16	7	16·6	+ 3·0	+ 0·4	+ 0·6	+ 3
125	10	8	21·6	+ 5·6	+ 2·1	+ 0·5	+ 2
135	14	10	26·3	+ 8·0	+ 3·9	+ 0·6	0
145	23	15	29·4	+ 9·3	+ 5·7	+ 1·7	0
155	13	20	29·4	+ 8·2	+ 4·8	+ 3·1	+ 2
165	17	14	25·6	+ 4·3	+ 2·3	+ 2·4	− 1
175	6	10	20·1	− 0·3	− 0·8	+ 0·6	− 2
185	5	6	14·8	− 3·9	− 2·4	− 1·2	− 3
195	5	5	11·1	− 5·3	− 2·5	− 1·7	0
205	7	5	8·3	− 5·6	− 2·1	− 2·0	+ 1
215	1	3	6·1	− 5·5	− 2·0	− 2·1	− 1
225	1	0	4·5	− 5·1	− 2·1	− 2·2	− 2
235	3	2	3·9	− 3·9	− 1·7	− 1·6	− 2
245	2	1	4·1	− 2·1	− 0·8	− 0·4	− 1
255	0	4	4·9	− 0·2	+ 0·4	+ 1·0	+ 1
265	4	4	5·4	+ 1·2	+ 1·3	+ 2·0	+ 1
275	4	1	5·5	+ 1·9	+ 1·7	+ 2·2	+ 3
285	5	2	4·7	+ 1·6	+ 1·2	+ 1·6	+ 1
295	1	1	3·6	+ 0·9	+ 0·4	+ 0·4	0
305	2	0	2·4	0	− 0·6	− 0·8	− 1
315	0	2	0·6	− 0·7	− 1·2	− 1·6	− 2
325	0	0	1·2	− 0·9	− 1·4	− 1·7	− 2
335	1	0	1·4	− 0·7	− 1·1	− 1·2	0
345	1	0	2·0	− 0·1	− 0·3	− 0·3	+ 1
355	3	1	2·6	+ 0·5	+ 0·4	+ 0·6	+ 1
	169	135	304·0	± 30·5	± 18·0	± 13·7	± 13·8

ϑ	N Deklination nördlich	N Deklination südlich	N geglättet	$(B-R)_1$	$(B-R)_2$	$(B-R)_3$	$(B-R)_{Edd.}$
Gebiet IV: nördlich: $\alpha = 8^h$ $\delta = +50°$; südlich: $\alpha = 20^h$ $\delta = -50°$.							
5°	2	0	3·3	+ 0·1	− 0·3	− 0·2	0
15	3	0	3·0	− 0·1	− 0·7	− 0·7	0
25	1	2	3·1	− 0·1	− 0·7	− 1·0	0
35	2	1	3·4	+ 0·3	− 0·5	− 0·9	0
45	2	2	3·9	+ 0·6	− 0·1	− 0·4	0
55	4	0	4·3	+ 0·8	+ 0·2	+ 0·2	+ 1
65	4	3	4·5	+ 0·6	+ 0·2	+ 0·5	0
75	1	1	4·6	+ 0·4	+ 0·3	+ 0·6	0
85	2	3	4·7	− 0·1	+ 0·3	+ 0·6	− 1
95	5	1	4·8	− 0·6	+ 0·3	+ 0·5	0
105	2	2	5·0	− 1·1	+ 0·3	+ 0·3	0
115	3	3	5·1	− 2·0	+ 0·1	− 0·2	− 1
125	2	1	5·6	− 2·7	− 0·1	− 0·5	0
135	7	2	6·2	− 3·3	− 0·6	− 1·0	− 2
145	2	2	7·5	− 3·5	− 1·1	− 1·0	0
155	3	7	9·2	− 3·3	− 1·6	− 1·1	− 1
165	8	3	12·0	− 1·9	− 1·4	− 0·5	0
175	8	5	15·4	+ 0·3	− 0·5	+ 0·4	0
185	15	5	19·2	+ 3·0	+ 0·9	+ 1·3	+ 2
195	19	9	21·6	+ 5·0	+ 1·9	+ 1·3	+ 2
205	12	10	22·5	+ 5·9	+ 2·3	+ 0·6	0
215	11	10	21·7	+ 5·7	+ 2·0	+ 0·2	− 2
225	11	11	19·8	+ 4·7	+ 1·6	+ 0·6	0
235	7	13	16·7	+ 3·0	+ 0·7	+ 0·8	+ 1
245	4	7	13·1	+ 0·8	− 0·6	+ 0·3	0
255	2	5	9·6	− 1·2	− 1·5	− 0·5	− 1
265	6	2	7·0	− 2·4	− 1·8	− 1·1	− 1
275	0	3	5·5	− 2·6	− 1·3	− 1·0	0
285	4	1	4·8	− 2·2	− 0·5	− 0·6	0
295	3	1	4·5	− 1·6	+ 0·3	0	+ 1
305	3	3	4·1	− 1·2	+ 0·5	+ 0·2	+ 1
315	1	2	3·7	− 0·9	+ 0·4	+ 0·3	+ 1
325	2	0	3·5	− 0·7	+ 0·2	+ 0·3	0
335	2	1	3·6	− 0·2	+ 0·3	+ 0·5	+ 1
345	4	2	3·8	+ 0·3	+ 0·4	+ 0·7	+ 1
355	2	2	3·7	+ 0·3	+ 0·2	+ 0·4	+ 1
	169	125	294·0	± 21·7	± 9·1	± 7·3	± 7·1

ϑ	N Deklination nördlich	N Deklination südlich	N geglättet	$(B-R)_1$	$(B-R)_2$	$(B-R)_3$	$(B-R)_{Edd.}$
Gebiet V: nördlich: $\alpha = 12^h$ $\delta = +50°$; südlich: $\alpha = 0^h$ $\delta = -50°$.							
5°	3	2	2·6	— 0·9	+ 1·0	+ 0·4	0
15	0	1	2·7	— 0·6	+ 1·1	+ 0·7	+ 1
25	1	2	2·6	— 0·5	+ 0·7	+ 0·6	0
35	0	3	2·4	— 0·5	+ 0·1	+ 0·3	0
45	2	1	2·1	— 0·8	— 0·7	— 0·3	— 1
55	0	0	2·0	— 0·9	— 1·2	— 0·7	— 2
65	0	1	2·6	— 0·4	— 1·1	— 0·9	— 2
75	3	1	3·8	+ 0·7	— 0·3	— 0·7	— 1
85	(10)	1	5·1	+ 1·8	+ 0·5	— 0·8	+ 1
95	2	6	5·7	+ 2·2	+ 0·6	— 0·8	+ 1
105	3	3	5·7	+ 1·8	+ 0·2	— 0·3	0
115	0	2	5·8	+ 1·4	— 0·1	+ 0·4	— 1
125	1	6	6·4	+ 1·4	+ 0·1	+ 1·5	— 1
135	6	3	7·0	+ 1·3	+ 0·5	+ 2·2	+ 1
145	4	4	6·9	+ 0·3	+ 0·3	+ 2·1	+ 1
155	4	4	5·9	— 1·9	— 0·4	+ 0·7	— 2
165	1	0	4·9	— 4·1	— 0·9	— 0·8	— 3
175	2	1	4·8	— 5·6	— 0·4	— 1·6	— 4
185	2	4	5·9	— 5·9	+ 0·7	— 1·4	— 1
195	4	5	7·7	— 5·5	+ 1·2	— 0·6	0
205	5	2	10·1	— 4·3	+ 1·0	+ 0·6	+ 2
215	5	8	12·7	— 2·6	+ 0·4	+ 1·7	+ 4
225	11	7	15·2	— 0·5	— 0·1	+ 2·4	+ 5
235	7	11	16·9	+ 1·3	— 0·8	+ 2·0	+ 2
245	9	7	18·2	+ 3·1	— 0·8	+ 0·7	— 1
255	12	9	19·1	+ 4·9	— 0·1	— 1·7	— 3
265	11	7	19·5	+ 6·6	+ 1·3	— 3·6	0
275	14	10	18·4	+ 7·0	+ 2·0	— 2·8	+ 2
285	9	10	15·6	+ 5·5	+ 1·3	— 0·3	+ 3
295	3	5	11·4	+ 2·7	— 0·4	+ 0·8	+ 1
305	1	4	7·7	+ 0·2	— 1·8	+ 0·3	0
315	4	1	5·2	— 1·3	— 2·1	— 0·2	0
325	0	4	3·8	— 1·8	— 1·7	— 0·4	0
335	1	0	3·2	— 1·7	— 0·8	— 0·1	+ 1
345	2	3	2·7	— 1·5	0	0	0
355	0	0	2·7	— 1·1	+ 0·8	+ 0·3	+ 1
	142 (— 6 Sterne Urs. Maj)	138	275·0	± 30·8	± 10·0	± 13·0	± 17·5

ϑ	N Deklination nördlich	N Deklination südlich	N geglättet	$(B-R)_1$	$(B-R)_2$	$(B-R)_3$	$(B-R)_{Edd.}$
Gebiet VI: nördlich: $\alpha = 16^h$ $\delta = +50°$; südlich $\alpha = 4^h$ $\delta = -50°$.							
5°	3	7	9·4	+ 1·1	— 1·0	+ 0·3	+ 1
15	1	4	7·3	— 0·3	— 1·2	+ 0·3	— 1
25	3	1	5·8	— 1·0	— 0·8	+ 0·3	0
35	3	3	5·1	— 1·2	+ 0·1	+ 0·5	+ 1
45	3	2	4·7	— 1·1	+ 1·0	+ 0·7	+ 2
55	2	2	4·1	— 1·2	+ 1·6	+ 0·6	+ 1
65	1	3	3·4	— 1·6	+ 1·3	+ 0·2	+ 1
75	1	1	2·9	— 1·9	+ 0·5	— 0·3	0
85	1	0	2·7	— 1·9	— 0·2	— 0·4	— 1
95	2	2	3·0	— 1·5	— 0·7	— 0·3	0
105	2	2	3·4	— 1·0	— 1·0	— 0·1	— 1
115	1	1	4·0	— 0·4	— 1·1	— 0·1	— 1
125	4	2	5·0	+ 0·5	— 0·7	+ 0·1	— 2
135	2	2	6·6	+ 2·0	+ 0·3	+ 0·4	0
145	7	3	8·1	+ 3·3	+ 1·3	+ 0·3	+ 1
155	10	2	9·0	+ 3·9	+ 1·7	— 0·1	+ 1
165	4	5	8·9	+ 3·4	+ 1·1	— 0·1	0
175	2	6	8·2	+ 2·2	+ 0·1	+ 0·1	— 2
185	2	4	7·6	+ 1·9	— 0·7	+ 0·3	— 3
195	6	0	7·3	+ 0·1	— 0·9	+ 0·6	0
205	5	7	6·8	— 1·2	— 1·0	+ 0·3	0
215	1	3	6·0	— 2·8	— 1·0	— 0·4	— 1
225	1	1	5·5	— 4·1	— 0·5	— 1·1	— 2
235	6	1	5·9	— 4·7	+ 0·9	— 1·0	— 2
245	1	4	7·3	— 4·2	+ 2·4	— 0·1	+ 1
255	6	6	8·7	— 3·6	+ 2·6	+ 0·7	+ 1
265	3	6	10·0	— 3·0	+ 1·6	+ 1·2	+ 1
275	3	7	11·2	— 2·2	+ 0·2	+ 1·5	— 1
285	3	10	12·5	— 1·0	— 0·9	+ 1·8	— 2
295	7	6	14·1	+ 0·9	— 1·1	+ 2·0	— 1
305	11	8	15·4	+ 2·4	— 1·1	+ 1·4	— 3
315	8	4	16·4	+ 3·8	— 0·8	— 0·2	0
325	8	15	16·3	+ 4·4	— 0·6	— 2·7	— 1
335	7	7	15·6	+ 4·6	— 0·3	— 3·8	+ 1
345	8	5	13·9	+ 3·8	— 0·5	— 2·6	+ 1
355	4	10	11·9	+ 2·7	— 0·6	— 0·5	+ 2
	142	152	294·0	± 27·2	± 11·3	± 9·3	± 13·2

ϑ	N Deklination nördlich	N Deklination südlich	N geglättet	$(B-R)_1$	$(B-R)_2$	$(B-R)_3$	$(B-R)Edd.$
Gebiet VII: nördlich: $\alpha = 20^h$ $\delta = +50°$; südlich: $\alpha = 8^h$ $\delta = -50°$.							
5°	8	4	13·3	+ 4·6	+ 0·7	+ 0·5	+ 2
15	8	10	16·6	+ 6·4	+ 1·3	— 2·3	0
25	9	10	20·0	+ 8·2	+ 1·8	— 4·2	— 1
35	14	7	23·0	+ 8·9	+ 1·5	— 2·1	0
45	14	19	24·6	+ 7·9	+ 0.1	+ 1·3	— 1
55	16	9	24·5	+ 5·2	— 1·7	+ 3·1	— 1
65	8	13	22·9	+ 0·9	— 3·9	+ 2·5	— 4
75	12	8	21·0	— 3·4	— 4·6	+ 1·4	— 2
85	10	11	19·4	— 6·9	— 3·1	+ 0·3	0
95	5	12	18·2	— 8·8	+ 0·1	— 0·4	+ 2
105	8	9	16·9	— 10·1	+ 3·4	— 1·0	+ 2
115	7	10	15·6	— 11·0	+ 4·6	— 1·6	+ 1
125	5	7	14·9	— 9·9	+ 2·9	— 1·4	0
135	5	8	15·3	— 7·1	+ 0·8	— 0·1	— 2
145	7	9	16·6	— 3·1	0	+ 2·0	0
155	9	13	17·7	+ 0·6	0	+ 3·6	+ 2
165	10	10	17·5	+ 3·0	0	+ 3·5	+ 1
175	9	5	15·9	+ 3·6	— 0·6	+ 1·6	— 1
185	10	4	13·7	+ 3·4	— 1·3	— 1·6	— 2
195	10	3	11·9	+ 3·1	— 1·5	— 4·6	— 3
205	2	4	10·7	+ 3·2	— 0·9	— 4·8	— 1
215	5	6	10·0	+ 3·4	0	— 1·6	+ 1
225	8	6	9·0	+ 3·3	+ 0·7	+ 1·0	+ 2
235	2	3	7·4	+ 2·3	+ 0·4	+ 1·7	+ 2
245	3	1	5·7	+ 1·0	— 0·1	+ 1·3	0
255	3	3	4·1	— 0·3	— 0·5	+ 0·6	0
265	1	0	3·2	— 1·0	— 0·4	+ 0·1	0
275	0	3	2·6	— 1·5	— 0·1	— 0·1	— 1
285	1	1	2·4	— 1·7	+ 0·4	— 0·2	0
295	2	1	2·4	— 1·8	+ 0·7	— 0·3	— 1
305	0	1	2·7	— 1.6	+ 0·6	— 0·4	0
315	1	3	3·1	— 1·6	+ 0·7	— 0·1	0
325	2	2	3·8	— 1·3	— 0·4	+ 0·1	0
335	1	3	4·9	— 0·8	— 1·0	+ 0·2	— 1
345	2	1	6·9	+ 0·6	— 0·7	+ 0·9	0
355	10	2	9·6	+ 2·4	— 1·0	+ 1·3	0
	227	221	448·0	± 32·1	± 9·3	± 11·9	± 8·0

ϑ	N Deklination nördlich	N Deklination südlich	N geglättet	$(B-R)_1$	$(B-R)_2$	$(B-R)_3$	$(B-R)Edd.$
Gebiet VIII: nördlich: $\alpha = 1^h\,12^m$ $\delta = +17°$; südlich: $\alpha = 13^h\,12^m$ $\delta = -17°$.							
5°	2	0	2·4	+ 0·1	+ 1·3	+ 0·9	+ 1
15	0	2	2·8	+ 0·1	+ 1·1	+ 1·0	+ 1
25	2	2	3·1	+ 0·1	+ 0·6	+ 1·0	+ 2
35	1	3	3·3	— 0·4	— 0·5	+ 0·5	+ 2
45	2	1	3·3	— 1·1	— 2·0	— 0·5	0
55	2	1	3·9	— 1·5	— 3·4	— 1·3	— 2
65	0	1	6·5	— 0·2	— 3·2	— 1·3	— 4
75	3	5	11·6	+ 3·2	— 1·2	— 1·3	— 2
85	10	10	17·9	+ 7·4	+ 1·8	— 0·4	+ 2
95	10	20	23·1	+ 10·9	+ 3·4	0	+ 3
105	11	17	25·5	+ 9·9	+ 2·8	— 0·3	+ 1
115	13	13	25·1	+ 6·9	+ 0·5	+ 0·6	— 2
125	11	11	23·0	+ 2·3	— 2·0	+ 1·3	0
135	8	15	19·8	— 2·4	— 3·2	+ 0·9	+ 1
145	8	9	16·1	— 6·6	— 2·9	— 0·4	+ 1
155	4	4	12·7	— 9·3	— 1·5	— 2·1	0
165	5	5	10·2	— 10·2	+ 0·6	— 3·5	— 1
175	7	2	9·0	— 9·1	+ 1·9	— 3·8	0
185	3	4	8·5	— 6·8	+ 1·3	— 3·0	— 1
195	5	4	8·5	— 4·2	+ 0·4	— 1·6	— 1
205	6	3	8·6	— 1·6	0	0	— 1
215	5	3	8·9	+ 0·7	+ 0·4	+ 1·4	— 1
225	7	2	9·3	+ 2·7	+ 1·4	+ 2·7	0
235	5	5	9·4	+ 4·1	+ 2·3	+ 3·8	+ 3
245	8	5	8·5	+ 4·2	+ 2·3	+ 4·3	+ 2
255	2	3	6·8	+ 3·2	+ 1·4	+ 3·6	+ 2
265	2	2	4·6	+ 1·6	0	+ 1·7	— 1
275	0	2	3·0	+ 0·4	— 0·9	— 0·5	— 1
285	0	1	2·1	— 0·2	— 1·3	— 1·7	— 1
295	3	0	1·6	— 0·5	— 1·2	— 1·6	— 1
305	1	0	1·3	— 0·7	— 1·7	— 1·1	— 1
315	0	0	1·1	— 0·8	— 0·9	— 0·9	— 1
325	1	0	1·2	— 0·7	— 0·4	— 0·6	0
335	1	1	1·4	— 0·5	+ 0·1	+ 0·4	0
345	0	1	1·8	— 0·2	+ 0·8	+ 0·4	+ 1
355	1	2	2·1	0	+ 1·2	+ 0·7	+ 1
	149	159	308·0	± 37·2	± 16·6	± 16·0	± 14·3

ϑ	N Deklination nördlich	N Deklination südlich	N geglättet	$(B-R)_1$	$(B-R)_2$	$(B-R)_3$	$(B-R)Edd.$
Gebiet IX: nördlich: $\alpha = 3^h\,36^m$ $\delta = +17°$; südlich; $\alpha = 15^h\,36^m$ $\delta = -17°$.							
5°	0	0	0·2	— 0·5	+ 0·1	— 0·2	— 1
15	0	0	0·2	— 0·6	0	— 0·3	— 1
25	0	0	0·4	— 0·4	— 0·1	— 0·1	0
35	1	0	0·6	— 0·3	— 0·2	0	0
45	0	1	1·0	— 0·1	— 0·4	+ 0·2	0
55	1	0	1·4	0	— 0·6	+ 0·4	— 1
65	0	1	2·1	+ 0·4	— 0·8	+ 0·7	0
75	1	3	3·7	+ 1·4	— 0·6	+ 1·2	— 1
85	(6)	2	6·4	+ 3·2	+ 0·1	+ 1·8	— 1
95	(13)	3	10·7	+ 6·3	+ 1·9	+ 1·1	— 1
105	(27)	12	15·9	+ 9·6	+ 3·7	— 2·9	— 3
115	(11)	10	21·1	+ 12·2	+ 4·4	— 3·7	0
125	16	17	24·6	+ 12·2	+ 2·9	+ 1·0	— 1
135	16	11	25·8	+ 9·3	— 0·3	+ 4·6	+ 1
145	16	9	24·4	+ 3·2	— 4·1	+ 3·3	0
155	12	11	21·4	— 3·8	— 5·6	+ 0·8	+ 2
165	8	10	17·7	— 10·1	— 3·6	— 2·2	+ 1
175	6	6	14·3	— 13·7	+ 2·2	— 4·0	0
185	6	4	11·7	— 14·1	+ 4·5	— 4·2	— 2
195	8	2	10·1	— 11·8	+ 4·5	— 3·0	— 1
205	4	6	9·1	— 8·3	— 1·3	— 1·4	— 1
215	2	6	8·4	— 4·6	— 3·5	+ 0·2	— 2
225	3	3	7·9	— 1·4	— 3·4	+ 1·7	— 1
235	3	5	7·4	+ 0·8	— 2·3	+ 2·5	+ 1
245	5	7	6·4	+ 1·7	— 1·5	+ 2·3	+ 1
255	0	0	5·1	+ 1·8	— 1·0	+ 1·6	0
265	1	1	4·1	+ 1·6	— 0·7	+ 0·6	0
275	3	5	3·3	+ 1·5	— 0·3	— 0·7	+ 1
285	1	0	2·7	+ 1·3	— 0·1	— 1·7	+ 1
295	0	1	2·0	+ 0·9	— 0·2	— 1·2	— 1
305	0	0	1·8	+ 0·8	+ 0·1	0	+ 1
315	1	4	1·6	+ 0·8	+ 0·3	+ 0·4	+ 1
325	0	0	1·5	+ 0·7	+ 0·5	+ 0·8	+ 1
335	1	0	1·0	+ 0·3	+ 0·3	+ 0·5	0
345	1	0	0·7	0	+ 0·1	+ 0·2	0
355	0	0	0·3	— 0·3	0	— 0·1	0
	173	140	277·0	± 50·5	± 20·2	± 18·6	± 10·5

ϑ	N Deklination nördlich	N Deklination südlich	N geglättet	$(B-R)_1$	$(B-R)_2$	$(B-R)_3$	$(B-R)Edd.$
Gebiet X: nördlich: $\alpha = 6^h$ $\delta = +17°$; südlich: $\alpha = 18^h$ $\delta = -17°$.							
5°	1	0	1·1	— 0·3	— 0·1	— 0·1	— 1
15	0	1	1·2	— 0·3	— 0·1	— 0·1	0
25	2	0	1·1	— 0·4	— 0·2	— 0·1	0
35	1	0	1·1	— 0·6	— 0·3	— 0·3	0
45	0	0	1·3	— 0·5	— 0·4	— 0·3	— 1
55	1	0	2·1	0	— 0·1	+ 0·1	0
65	1	3	3·2	+ 0·7	+ 0·5	+ 0·7	+ 1
75	3	2	4·2	+ 1·1	+ 0·7	+ 0·9	+ 2
85	3	2	4·9	+ 1·1	+ 0·3	+ 0·3	+ 1
95	4	2	5·2	+ 0·3	— 0·8	— 1·2	— 1
105	1	2	6·1	— 0·1	— 1·7	— 2·6	— 2
115	3	5	8·3	— 0·1	— 2·2	— 3·6	— 4
125	2	6	12·2	+ 1·1	— 1·4	— 2·7	— 3
135	8	9	17·8	+ 3·3	+ 0·7	— 0·1	— 1
145	12	15	23·7	+ 5·2	+ 3·0	+ 2·9	+ 1
155	16	11	28·7	+ 5·9	+ 4·8	+ 5·3	+ 7
165	23	20	30·3	+ 3·6	+ 4·4	+ 5·1	+ 4
175	11	16	29·3	— 0·4	+ 2·5	+ 2·9	+ 4
185	13	14	25·5	— 5·2	— 1·1	— 0·7	— 3
195	13	5	22·1	— 7·7	— 2·7	— 3·3	— 3
205	10	9	19·6	— 7·4	— 3·1	— 2·9	— 4
215	9	7	18·5	— 4·6	— 1·8	— 1·0	+ 1
225	7	16	17·0	— 1·7	— 0·6	+ 0·5	+ 3
235	9	7	14·8	+ 0·1	— 0·1	+ 1·1	+ 3
245	3	4	12·1	+ 0·8	— 0·1	+ 0·8	+ 1
255	6	5	9·7	+ 1·1	— 0·1	+ 0·3	+ 1
265	1	7	7·9	+ 1·4	— 0·1	+ 0·1	+ 2
275	2	4	6·4	+ 1·4	+ 0·1	— 0·1	+ 1
285	3	2	5·1	+ 1·2	+ 0·3	— 0·3	+ 1
295	1	3	3·9	+ 0·7	+ 0·2	— 0·5	0
305	1	0	3·0	+ 0·4	0	— 0·4	+ 1
315	1	3	2·3	+ 0·2	— 0·1	— 0·3	0
325	1	0	2·0	+ 0·1	— 0·1	— 0·1	0
335	0	1	1·7	0	— 0·1	0	0
345	2	1	1·4	— 0·1	— 0·1	0	0
355	0	0	1·2	— 0·3	— 0·1	— 0·1	0
	174	182	356·0	± 16·7	± 9·9	± 11·5	± 15·6

ϑ	N Deklination nördlich	N Deklination südlich	N geglättet	$(B-R)_1$	$(B-R)_2$	$(B-R)_3$	$(B-R)$Edd.
Gebiet XI: nördlich: $\alpha = 8^h\ 24^m$ $\delta = +17°$; südlich: $\alpha = 20^h\ 24^m$ $\delta = -17°$.							
5°	0	0	1·0	— 0·9	— 0·4	— 0·4	— 1
15	0	0	1·0	— 0·8	— 0·5	— 0·4	— 1
25	0	1	1·3	— 0·3	— 0·2	— 0·1	0
35	0	3	1·9	+ 0·2	+ 0·2	+ 0·4	0
45	1	1	2·4	+ 0·7	+ 0·5	+ 0·7	+ 1
55	1	2	2·6	+ 0·8	+ 0·5	+ 0·6	+ 1
65	1	1	2·7	+ 0·8	+ 0·4	+ 0·4	+ 1
75	4	1	2·7	+ 0·6	+ 0·1	— 0·2	0
85	0	0	2·9	+ 0·5	— 0·1	— 0·7	0
95	2	1	3·3	+ 0·4	— 0·3	— 0·9	0
105	3	4	3·9	+ 0·3	— 0·3	— 0·8	— 1
115	0	1	4·6	+ 0·2	— 0·3	— 0·5	— 1
125	3	3	5·7	+ 0·1	— 0·1	— 0·1	— 1
135	2	6	7·2	— 0·0	+ 0·4	+ 0·5	— 1
145	1	5	8·8	— 0·5	+ 0·8	+ 0·9	+ 1
155	7	8	10·6	— 1·6	+ 0·9	+ 0·8	0
165	6	5	12·7	— 2·9	+ 1·0	+ 0·6	— 1
175	7	2	15·9	— 3·7	+ 1·4	+ 1·0	— 1
185	9	13	20·3	— 3·3	+ 2·0	+ 2·3	+ 2
195	18	12	24·9	— 2·3	+ 2·0	+ 3.4	+ 4
205	16	11	28·3	— 1·4	+ 0·9	+ 3·7	+ 4
215	21	11	29·8	— 0·4	— 0·7	+ 2·9	+ 2
225	17	16	29·4	+ 0·4	— 2·3	+ 1·0	+ 1
235	14	14	27·6	+ 1·3	— 2·9	— 1·3	— 1
245	14	10	24·5	+ 2·1	— 2·6	— 3·4	— 3
255	6	14	21·2	+ 2·9	— 1·5	— 4·2	— 1
265	9	12	17·5	+ 3·0	— 0·5	— 3·7	0
275	3	9	13·9	+ 2·7	+ 0·2	— 2·2	+ 1
285	2	7	10·5	+ 1·9	+ 0·4	— 0·8	0
295	2	5	7·9	+ 1·2	+ 0·3	0	+ 1
305	3	4	5·7	+ 0·6	+ 0·4	+ 0·4	+ 1
315	1	2	4·1	0	+ 0·3	+ 0·3	0
325	2	0	2·8	— 0·5	0	0	— 1
335	0	1	2·2	— 0·6	0	0	— 1
345	1	2	1·8	— 0·6	0	+ 0·1	0
355	1	1	1·4	— 0·7	— 0·1	+ 0·2	0
	177	188	365·0	± 11·3	± 7·0	± 10·9	± 9·6

ϑ	N Deklination nördlich	N Deklination südlich	N geglättet	$(B-R)_1$	$(B-R)_2$	$(B-R)_3$	$(B-R)$Edd.
Gebiet XII: nördlich: $\alpha = 10^h\ 48^m$ $\delta = +17°$; südlich: $\alpha = 22^h\ 48^m$ $\delta = -17°$.							
5°	1	3	2·9	+ 0·6	+ 1·9	+ 1·4	+ 2
15	0	3	2·2	0	+ 1·8	+ 0·8	+ 1
25	0	0	1·3	— 0·7	+ 0·7	— 0·1	— 1
35	0	0	0·6	— 1·3	— 0·4	— 0·7	— 2
45	0	0	0·5	— 1·4	— 1·1	— 1·0	— 2
55	0	1	0·9	— 1·2	— 1·3	— 0·9	— 2
65	0	1	1·7	— 0·4	— 1·0	— 0·5	— 2
75	0	2	3·0	+ 0·7	+ 0·4	+ 0·1	— 2
85	1	3	4·8	+ 2·2	+ 0·7	+ 0·6	0
95	5	4	6·4	+ 3·4	+ 1·4	+ 0·4	+ 1
105	3	5	7·7	+ 4·2	+ 1·6	+ 0·6	+ 1
115	4	4	8·8	+ 4·5	+ 1·5	+ 1·8	1
125	6	2	9·8	+ 4·6	+ 1·2	+ 3·1	0
135	5	8	10·6	+ 4·1	+ 0·6	+ 3·8	+ 1
145	2	13	10·6	+ 2·3	— 0·7	+ 3·3	0
155	1	4	10·1	— 0·4	— 2·1	+ 2·0	— 1
165	7	3	9·5	— 3·6	— 2·7	+ 0·3	— 2
175	7	3	9·4	— 6·7	— 1·4	— 1·3	0
185	5	5	9·6	— 9.7	+ 1·8	— 2·9	0
195	4	4	10·4	— 12·1	+ 6·3	— 4·2	0
205	3	8	11·9	— 12·8	+ 5·8	— 4·5	— 1
215	5	9	14·7	— 11·2	+ 0·7	— 3·5	— 1
225	8	8	18·6	— 7·0	— 2·2	— 1·1	0
235	15	10	22·6	— 1·7	— 3·1	+ 1·6	0
245	16	13	25·4	+ 3·7	— 2·3	+ 3·1	+ 1
255	20	9	26·2	+ 7·6	— 1·0	+ 2·6	— 1
265	5	20	24·7	+ 9·3	+ 0·1	— 0·4	— 1
275	8	15	21·5	+ 9·0	+ 0·5	— 3·5	+ 1
285	7	13	17·1	+ 7·3	— 0·1	— 2·8	0
295	3	5	12·6	+ 4·7	— 0·8	— 0·3	+ 1
305	3	6	8·4	+ 2·2	— 1·9	+ 0·4	0
315	1	4	5·3	+ 0·3	— 2·3	+ 0·1	0
325	0	0	3·4	— 0·7	— 2·2	— 0·1	— 1
335	1	1	2·8	— 0·6	— 1·2	+ 0·1	0
345	1	3	2·9	0	+ 0·2	+ 0·8	+ 1
355	0	3	3·1	+ 0·6	+ 1·4	+ 1·4	+ 2
	147	195	342·0	± 41·7	± 16·4	± 16·4	± 9·3

ϑ	N Deklination nördlich	N Deklination südlich	N geglättet	$(B-R)_1$	$(B-R)_2$	$(B-R)_3$	$(B-R)_{Edd.}$
Gebiet XIII: nördlich: $\alpha = 13^h\ 12^m$ $\delta = +17°$; südlich $\alpha = 1^h\ 12^m$ $\delta = -17°$.							
5°	0	1	1·2	− 0·5	+ 0·4	0	0
15	0	1	1·4	− 0·1	+ 1·2	+ 0·4	+ 1
25	2	2	1·4	− 0·1	+ 1·1	+ 0·4	+ 1
35	0	0	1·1	− 0·3	+ 0·4	+ 0·1	0
45	0	0	0·7	− 0·7	− 0·4	− 0·3	− 1
55	0	0	0·6	− 0·8	− 0·8	− 0·5	− 1
65	0	1	0·9	− 0·6	− 1·0	− 0·5	− 1
75	1	1	1·3	− 0·3	− 1·0	− 0·3	0
85	0	1	2·1	+ 0·3	− 0·8	− 0·2	− 1
95	0	1	3·5	+ 1·4	0	+ 0·2	− 1
105	3	4	5·3	+ 2·9	+ 1·1	+ 0·5	+ 1
115	3	5	7·0	+ 4·2	+ 2·0	+ 1·0	+ 2
125	5	4	7·9	+ 4·3	+ 1·9	+ 1·7	+ 2
135	4	5	7·8	+ 3·4	+ 0·8	+ 1·8	0
145	5	2	7·1	+ 1·6	− 0·8	+ 1·1	− 2
155	2	2	6·9	− 0·1	− 1·8	+ 0·4	− 3
165	3	5	6·9	− 1·9	− 1·9	− 0·2	− 2
175	3	4	7·1	− 3·6	− 0·8	− 0·8	+ 1
185	4	6	7·1	− 5·8	+ 1·3	− 1·9	0
195	2	1	7·4	− 7·6	+ 5·1	− 2·7	0
205	8	0	8·4	− 8·3	+ 5·9	− 3·0	− 1
215	6	4	10·5	− 7·2	+ 2·4	− 1·6	+ 1
225	6	6	13·0	− 4·8	− 0·2	+ 0·1	+ 3
235	12	9	14·5	− 2·4	− 2·5	+ 1·3	0
245	2	9	15·5	+ 0·2	− 3·4	+ 2·1	0
255	12	8	15·6	+ 2·4	− 3·4	+ 2·1	− 6
265	5	4	16·1	+ 5·0	− 1·5	+ 2·1	− 2
275	9	14	15·3	+ 6·3	+ 0·2	+ 0·9	− 1
285	8	10	13·3	+ 6·1	+ 0·8	− 1·0	+ 1
295	3	2	9·9	+ 4·2	− 0·1	− 2·0	− 1
305	2	2	6·8	+ 2·3	− 0·9	− 1·1	− 1
315	4	3	4·6	+ 1·0	− 1·2	− 0·4	− 1
325	0	1	3·4	+ 0·4	− 0·8	+ 0·2	+ 1
335	2	2	2·5	0	− 0·6	+ 0·1	0
345	0	1	1·7	− 0·4	− 0·4	0	0
355	0	0	1·2	− 0·7	− 0·2	− 0·2	0
	116	121	237·0	± 38·9	± 20·7	± 13·9	± 16·9

ϑ	N Deklination nördlich	N Deklination südlich	N geglättet	$(B-R)_1$	$(B-R)_2$	$(B-R)_3$	$(B-R)_{Edd.}$
Gebiet XIV: nördlich: $\alpha = 15^h\ 36^m$ $\delta = +17°$; südlich: $\alpha = 3^h\ 36^m$ $\delta = -17°$.							
5°	2	3	2·5	− 0·4	− 0·2	+ 0·2	0
15	0	1	2·0	− 0·6	0	+ 0·1	0
25	0	0	1·6	− 0·9	0	− 0·1	− 1
35	1	2	1·4	− 1·1	+ 0·1	− 0·3	− 1
45	0	1	1·4	− 1·0	+ 0·1	− 0·3	0
55	0	0	1·6	− 0·8	+ 0·1	− 0·1	− 1
65	2	0	2·2	− 0·3	+ 0·3	+ 0·4	0
75	3	2	2·8	+ 0·1	+ 0·3	+ 0·6	+ 1
85	1	1	3·2	+ 0·4	+ 0·1	+ 0·6	+ 1
95	3	1	3·6	+ 0·5	− 0·3	+ 0·2	0
105	1	2	4·3	+ 0·9	− 0·4	− 0·2	0
115	3	1	5·6	+ 1·7	0	− 0·7	0
125	6	3	7·3	+ 2·8	+ 0·7	− 1·1	+ 1
135	6	3	8·9	+ 3·6	+ 1·1	− 0·7	+ 2
145	6	5	9·7	+ 3·5	+ 0·8	+ 0·3	+ 2
155	4	7	9·9	+ 2·5	− 0·1	+ 0·8	0
165	3	5	9·5	+ 0·8	− 1·3	+ 0·6	− 1
175	7	4	9·1	− 1·2	− 2·2	0	− 2
185	4	3	9·1	− 2·7	− 2·0	− 0·3	− 2
195	5	1	9·7	− 3·5	− 0·5	0	− 1
205	9	5	11·1	− 3·6	+ 1·7	+ 0·9	+ 2
215	8	7	11·9	− 3·5	+ 3·6	+ 1·4	+ 3
225	8	1	12·2	− 3·6	+ 3·6	+ 1·4	+ 3
235	8	6	12·0	− 3·6	+ 2·0	+ 1·0	+ 1
245	8	3	11·6	− 3·3	− 0·2	+ 0·5	+ 1
255	8	4	10·9	− 2·8	− 2·2	− 0·3	− 1
265	2	8	10·3	− 2·0	− 3·3	− 1·0	− 2
275	3	5	10·2	− 0·6	− 3·2	− 1·4	− 3
285	5	5	10·7	+ 1·5	− 1·8	− 1·4	− 2
295	4	8	11·5	+ 3·6	+ 0·3	− 1·1	+ 1
305	9	7	11·3	+ 4·7	+ 1·6	− 1·0	+ 3
315	2	8	9·9	+ 4·3	+ 1·7	− 0·2	+ 3
325	3	3	7·6	+ 2·9	+ 0·8	+ 0·4	+ 1
335	0	6	5·4	+ 1·3	− 0·1	+ 0·4	− 1
345	1	1	3·9	+ 0·3	− 0·5	+ 0·2	− 1
355	0	2	3·1	− 0·1	− 0·4	+ 0·2	0
	135	124	259·0	± 27·4	± 14·5	± 7·9	± 17·0

ϑ	N Deklination nördlich	N Deklination südlich	N geglättet	$(B-R)_1$	$(B-R)_2$	$(B-R)_3$	$(B-R)_{Edd.}$
Gebiet XV: nördlich: $\alpha = 18^h$ $\delta = +17$; südlich; $\alpha = 6^h$ $\delta = -17°$.							
5°	2	8	8·1	+ 2·4	+ 0·9	+ 0·6	+ 3
15	4	4	7·5	+ 1·7	+ 0·4	+ 0·3	+ 2
25	3	3	6·4	+ 0·6	— 0·6	— 0·4	0
35	2	1	5·6	— 0·4	— 1·0	— 0·7	0
45	4	3	5·3	— 0·9	— 1·1	— 0·7	— 1
55	4	1	5·6	— 0·9	— 0·5	— 0·2	0
65	2	2	6·0	— 0·7	+ 0·3	+ 0·3	+ 1
75	5	4	6·3	— 0·7	+ 0·9	+ 0·6	+ 1
85	3	4	6·4	— 1·0	+ 1·1	+ 0·5	+ 2
95	2	3	6·1	— 1·7	+ 0·6	— 0·1	0
105	5	0	6·1	— 2·1	0	— 0·5	0
115	7	1	6·5	— 2·2	— 0·6	— 0·7	— 1
125	2	1	7·7	— 1·4	— 0·5	— 0·2	0
135	2	11	9·1	— 0·5	— 0·4	+ 0·1	0
145	5	5	10·6	+ 0·7	— 0·1	+ 0·5	+ 1
155	5	7	11·7	+ 1·4	— 0·2	+ 0·3	— 1
165	8	3	12·8	+ 2·4	+ 0·1	+ 0·1	0
175	13	4	13·5	+ 2·9	+ 0·6	— 0·1	— 1
185	6	6	13·8	+ 3·3	+ 0·6	+ 0·1	0
195	9	7	13·4	+ 2·9	+ 0·5	+ 0·2	0
205	3	9	12·6	+ 2·3	+ 0·3	+ 0·6	+ 1
215	4	8	11·1	+ 1·1	— 0·2	+ 0·7	0
225	3	6	9·6	— 0·1	— 0·5	+ 0·1	0
235	2	6	8·1	— 1·2	— 0·7	— 0·3	— 1
245	3	2	7·2	— 1·6	— 0·1	— 0·3	0
255	3	5	6·6	— 1·8	+ 0·6	— 0·2	0
265	2	4	6·2	— 1·8	+ 0·5	— 0·1	+ 1
275	3	4	5·7	— 1·9	+ 0·4	— 0·2	— 1
285	1	1	5·6	— 1·5	+ 0·3	— 0·1	— 1
295	1	5	5·9	— 0·9	+ 0·4	+ 0·2	0
305	5	5	6·0	— 0·5	+ 0·1	+ 0·3	+ 1
315	0	4	5·8	— 0·4	— 0·4	0	0
325	3	2	5·5	— 0·5	— 1·0	— 0·6	— 2
335	0	4	5·9	0	— 0·9	— 0·7	— 1
345	5	2	6·8	+ 1·0	— 0·2	— 0·2	0
355	0	9	7·9	+ 2·1	+ 0·7	+ 0·5	+ 2
	131	154	285·0	± 17·4	± 6·4	± 4·3	± 8·8

ϑ	N Deklination nördlich	N Deklination südlich	N geglättet	$(B-R)_1$	$(B-R)_2$	$(B-R)_3$	$(B-R)_{Edd.}$
Gebiet XVI: nördlich: $\alpha = 20^h\ 24^m$ $\delta = +17°$; südlich: $\alpha = 8^h\ 24^m$ $\delta = -17°$.							
5°	1	1	3·6	0	— 0·9	0	0
15	3	3	5·3	+ 1·1	— 0·5	+ 0·4	+ 2
25	2	8	7·1	+ 2·1	— 0·2	+ 0·3	+ 2
35	5	0	9·1	+ 3·1	— 0·1	— 0·6	+ 1
45	5	5	11·7	+ 4·4	+ 0·3	— 1·5	+ 1
55	10	9	14·4	+ 5·6	+ 0·8	— 1·2	+ 1
65	4	10	16·9	+ 6·1	+ 1·0	+ 0·5	+ 3
75	10	13	17·6	+ 4·8	0	+ 1·3	0
85	10	9	17·1	+ 2·0	— 1·6	+ 0·9	— 1
95	5	9	15·6	— 1·8	— 2·8	— 0·5	— 4
105	3	7	14·8	— 4·5	— 1·9	— 1·1	— 3
115	6	13	14·4	— 6·1	+ 0·7	— 1·1	— 2
125	6	4	14·6	— 6·3	+ 4·2	— 0·3	+ 4
135	11	11	13·8	— 6·6	+ 5·1	— 0·3	+ 3
145	3	7	12·8	— 6·4	+ 3·0	— 0·5	+ 3
155	6	2	11·4	— 5·8	— 0·3	— 0·9	— 1
165	6	5	11·0	— 4·0	— 2·1	— 0·3	— 1
175	6	8	10·8	— 1·9	— 2·8	+ 0·4	— 1
185	4	5	10·9	+ 0·3	— 2·2	+ 1·2	— 2
195	6	3	11·1	+ 2·4	— 1·0	+ 1·9	— 2
205	8	5	11·4	+ 4·2	+ 0·8	+ 2·3	+ 1
215	8	6	10·9	+ 5·0	+ 1·7	+ 2·0	+ 3
225	6	4	9·4	+ 4·4	+ 1·6	+ 1·0	+ 2
235	4	3	6·8	+ 2·7	+ 0·4	— 0·2	0
245	1	1	4·5	+ 0·9	— 0·8	— 1·0	— 1
255	0	3	2·6	— 0·3	— 1·6	— 1·1	— 2
265	0	0	2·2	— 0·6	— 1·3	— 0·8	— 1
275	1	2	2·2	— 0·4	— 0·6	— 0·3	0
285	2	1	2·3	— 0·1	+ 0·2	+ 0·3	+ 1
295	0	2	2·3	— 0·1	+ 0·7	+ 0·4	+ 1
305	1	2	2·0	— 0·3	+ 0·9	+ 0·2	0
315	0	0	1·8	— 0·6	+ 0·8	0	0
325	0	2	1·7	— 0·7	+ 0·5	— 0·1	0
335	2	1	1·7	— 0·9	0	— 0·3	0
345	1	0	1·8	— 1·0	— 1·0	— 0·5	0
355	1	0	2·4	— 0·8	— 1·0	— 0·5	— 1
	147	164	311·0	± 31·6	± 14·6	± 8·3	± 16·0

ϑ	N Deklination		N geglättet	$(B-R)_1$	$(B-R)_2$	$(B-R)_3$	$(B-R)_{Edd.}$
	nördlich	südlich					
Gebiet XVII: nördlich; $\alpha = 22^h\ 48^m$ $\delta = +17°$; südlich: $\alpha = 10^h\ 48^m$ $\delta = -17°$.							
5°	1	3	1·9	— 0·1	— 0·1	+ 0·1	+ 1
15	1	0	2·1	— 0·3	— 0·8	— 0·2	+ 2
25	0	3	2·1	— 0·8	— 1·8	— 0·7	0
35	0	1	2·7	— 0·9	— 2·6	— 1·7	— 1
45	0	1	4·5	+ 0·1	— 2·4	— 1·8	— 2
55	4	3	8·1	+ 2·5	— 0·8	— 0·7	0
65	5	8	12·6	+ 5·5	+ 1·4	+ 1·3	+ 1
75	8	10	16·6	+ 7·7	+ 2·9	+ 3·5	+ 3
85	9	16	18·4	+ 7·4	+ 2·5	+ 4·1	+ 1
95	7	12	18·2	+ 4·8	+ 0·6	+ 3·3	— 2
105	8	7	16·3	+ 0·8	— 1·6	+ 1·1	— 6
115	5	4	14·9	— 2·5	— 1·7	— 0·4	— 2
125	15	6	13·4	— 5·1	— 0·6	— 1·7	0
135	6	5	12·2	— 6·6	+ 1·7	— 2·3	+ 3
145	6	2	10·3	— 7·8	+ 2·6	— 3·4	+ 1
155	5	3	8·5	— 7·2	+ 1·6	— 3·2	+ 1
165	4	7	7·6	— 6·3	— 0·8	— 3·1	— 1
175	1	2	7·2	— 4·5	— 2·3	— 2·2	— 1
185	4	3	7·0	— 2·4	— 2·5	— 1·1	— 4
195	5	2	7·6	+ 0·1	— 1·4	+ 0·5	— 1
205	4	6	8·3	+ 2·3	+ 0·2	+ 1·9	0
215	4	5	8·5	+ 3·8	+ 1·6	+ 2·7	+ 1
225	5	3	8·0	+ 4·3	+ 2·1	+ 2·6	+ 2
235	7	2	6·7	+ 3·7	+ 1·9	+ 1·9	+ 1
245	4	0	5·1	+ 2·5	+ 1·0	+ 1·0	+ 1
255	1	2	3·2	+ 1·0	— 0·1	0	— 1
265	1	0	1·7	— 0·1	— 1·0	— 0·6	— 1
275	0	0	0·9	— 0·8	— 1·3	— 1·0	— 2
285	0	0	0·6	— 0·9	— 1·1	— 0·9	— 1
295	1	0	0·7	— 0·7	— 0·6	— 0·6	— 1
305	0	1	1·2	— 0·3	+ 0·1	0	0
315	0	1	1·5	+ 0·1	+ 0·7	+ 0·4	+ 1
325	1	2	1·6	+ 0·2	+ 1·0	+ 0·5	+ 1
335	0	2	1·6	+ 0·1	+ 0·9	+ 0·4	+ 1
345	0	0	1·5	— 0·1	+ 0·6	+ 0·3	0
355	0	1	1·7	— 0·1	+ 0·3	+ 0·2	+ 1
	122	123	245·0	± 38·5	± 19·2	± 21·0	± 19·6

III. Diskussion der Beobachtungen.

6. Die Diskussion der Zahlen der vorstehenden Tafel mag mit der Gruppe beginnen, die unterhalb der Kolonnen mit den Überschriften $(B-R)$ stehend, die Durchschnittsfehler darstellen, mit denen sich die Theorie der Beobachtungen anschließt. Die erste, als $(B-R)_1$ bezeichnete, gibt als Mittelwert für ihn

$$\pm 32{\cdot}1$$

mit einem Maximum von $\pm 50{\cdot}5$ für das Gebiet IX und einem Minimum von $\pm 11{\cdot}3$ für XI. Es sagt dies, daß schon eine bloß auf dem Maxwell'schen Zufallsgesetz beruhende Verteilungsfunktion für die Geschwindigkeiten der Sterne sich den Beobachtungen so genau anschmiegt, daß die übrigbleibenden Fehler im Durchschnitt nur $32{\cdot}1\,\%$ der gesamten Sterne eines Gebietes betragen. Die Mittelwerte der drei weiteren Kolonnen mit den Bezeichnungen $(B-R)_2$, $(B-R)_3$ und $(B-R)_{Edd}$ sind der Reihe nach

$$\pm 14{\cdot}7 \quad \pm 12{\cdot}9 \quad \pm 12{\cdot}8.$$

Sie geben wiederum die Verbesserung an, die die Zahl $\pm 32{\cdot}1$ dadurch erfährt, daß das einfache Maxwell'sche Gesetz entweder durch den Faktor F multiplikativ oder divisiv oder endlich durch die der Zweischwarmhypothese zugrunde liegende Annahme ergänzt wird. Aus dem Umstande, daß diese Zahlen nur wenig voneinander verschieden sind, folgt dann, daß die drei Verteilungsformeln

$$N = Cf(\tau).F \qquad N = Cf(\tau):F \qquad N = C_1 f(\tau_1) + C_2 f(\tau_2)$$

und damit die drei Hypothesen, auf denen sie beruhen, fast gleichwertig sind. Doch ist hierbei zu berücksichtigen, daß ähnlich wie bei der Ellipsoidhypothese gegenüber der der zwei Schwärme soweit ein Nachteil auf der Seite der letzteren liegt, als sie in die darstellende Formel eine Konstante mehr einführt als jene.

Die in den einzelnen Kolonnen $(B-R)$ selbst stehenden Zahlen zeigen wohl noch einen Gang, der darauf hinweisen würde, als ob in den Zahlen Differenzen systematischen Charakters vorhanden seien. Es scheint jedoch, daß dieser Gang mehr durch die geglätteten Summenzahlen der vierten Kolonne hervorgerufen wird, als daß er eine reale Grundlage hat. Rechnet man nämlich mit den ungeglätteten reinen Beobachtungsgrößen, rundet ebenso ferner die gerechneten zu ganzen Zahlen ab, so verschwindet der Gang fast ganz. Ein Beispiel hierzu mögen die zwei Gebiete I und XV geben, für die untenstehend die so abgerundeten Zahlen der Kolonnen $(B-R)_2$ angeführt seien. Die zwei Gebiete sind deshalb gewählt, weil das erste den größten Durchschnittsfehler mit $\pm 26{\cdot}5$, das zweite den kleinsten mit $\pm 6{\cdot}4$ zeigt.

Tabelle 2.

Ungeglättete Differenzen $(B-R)$ für die Gebiete I und XV.

ϑ	I	XV	ϑ	I	XV	ϑ	I	XV	ϑ	I	XV
5°	− 2	+ 2	95°	+16	− 1	185°	+ 5	− 2	275°	0	+ 1
15	− 3	+ 1	105	− 2	− 1	195	− 1	+ 3	285	0	− 4
25	− 4	0	115	+ 3	+ 2	205	+ 1	− 1	295	+ 3	0
35	− 5	− 3	125	−14	− 4	215	− 4	+ 1	305	− 1	+ 4
45	−11	+ 2	135	− 7	+ 4	225	− 2	− 1	315	− 3	− 2
55	− 2	− 1	145	− 5	− 1	235	0	0	325	− 1	− 1
65	+ 6	− 2	155	− 3	0	245	− 5	− 2	335	+ 3	− 2
75	+ 2	+ 3	165	+ 3	− 2	255	+ 1	+ 1	345	+ 1	0
85	+25	+ 1	175	+ 3	+ 4	265	− 2	0	355	+ 5	+ 1

7. Die ersten zwei Konstanten sind jene, die in die Berechnung der Differenzen $(B-R)_1$ eingehen und durch das Maxwell'sche Verteilungsgesetz allein bedingt erscheinen. Es sind dies die Größen w als die Geschwindigkeitskomponente der Sonnenbewegung für jedes einzelne betrachtete Sterngebiet und ϑ_1 ihr Positionswinkel. Ihre Werte sind in der nachstehenden Tafel in der zweiten und dritten Kolonne angeführt. Außerdem habe ich noch dieselben Konstanten w und ϑ_1 für jedes einzelne Teilgebiet mit nördlicher und südlicher Deklination, aus denen sich die Hauptgebiete zusammensetzen, berechnet, wiewohl nur nach einem Näherungsverfahren. Es schien mir diese Mehrrechnung notwendig, um über etwa da auftretende systematische Unterschiede Aufschluß zu erlangen. Die Werte dieser Konstanten sind in den vier folgenden Kolonnen (4—7) angeführt und wie eine Durchsicht der Zahlen in ihnen zeigt, scheinen solche nicht vorhanden zu sein. Im Allgemeinen sind die Unterschiede zwischen ihnen und den in zwei ersten Hauptkolonnen stehenden und sich auf die zusammengefaßten Gebiete beziehenden nicht gar zu groß, mit Ausnahme etwa eines Falles. In den Teilgebieten XV haben die Winkel ϑ_1 die Werte 147° 55′ beziehungsweise 230° 44′, während für das Hauptgebiet $\vartheta_1 = 181° 37'$ ist.

Tabelle 3.

Konstanten w und ϑ_1.

	Hauptgebiet		nördliche δ		südliche δ		$(B-R)$	
	w	ϑ_1	w	ϑ_1	w	ϑ_1	w	ϑ_1
I.	0·5045	114°57′	0·3314	119°26′	0·5474	104°24′	—	—
II.	0·9851	135 26	0·9166	140 18	1·1466	154 45	+ 0·0443	+ 5°25′
III.	0·9122	160 45	0·5304	156 41	1·2100	165 59	— 0·1537	— 5 33
IV.	0·6607	199 24	0·5714	199 48	0·8043	206 8	— 0·3893	— 7 4
V.	0·6751	228 49	0·7456	225 36	0·6249	227 0	— 0·1559	— 11 17
VI.	0·4464	287 16	0·3388	276 24	0·5439	297 16	+ 0·1934	+ 13 40
VII.	0·7511	100 50	0·7544	103 3	0·8162	99 46	+ 0·2764	+ 1 13
VIII.	0·9754	144 30	1·0055	156 6	1·1757	140 0	— 0·0989	+ 1 30
IX.	1·4305	170 53	1·6199	166 10	1·5321	177 7	+ 0·0331	+ 9 39
X.	1·2148	185 52	0·9105	179 54	1·3794	201 20	+ 0·2402	— 1 28
XI.	1·1405	212 0	1·3071	212 31	1·0402	215 29	+ 0·0929	+ 1 59
XII.	1·0114	218 52	1·3712	217 40	0·8304	221 47	— 0·0589	— 3 40
XIII.	0·9965	220 43	1·2380	217 8	0·8564	215 6	+ 0·0735	— 3 46
XIV.	0·7408	225 36	0·8698	208 45	0·6352	243 51	— 0·0889	+ 15 55
XV.	0·2577	181 37	0·3982	147 55	0·2692	230 44	— 0·3039	— 14 25
XVI.	0·8640	124 40	0·8700	125 23	0·8509	118 43	+ 0·0601	— 14 37
XVII.	1·0165	131 26	1·4181	140 56	0·8847	121 21	— 0·0096	— 3 24

Aus den Konstanten w und ϑ_1 berechnen sich nach den Gleichungen

$$w \sin \vartheta_1 = - X_1 \sin \alpha + Y_1 \cos \alpha$$
$$w \cos \vartheta_1 = - X_1 \cos \alpha \sin \delta - Y_1 \sin \alpha \sin \delta + Z_1 \cos \delta$$

vorerst die rechtwinkligen Koordinaten und aus ihnen sodann nach

$$- X_1 = w_1 \cos A_1 \cos D_1 \qquad - Y_1 = w_1 \sin A_1 \cos D_1 \qquad - Z_1 = w_1 \sin D_1$$

Richtung und Geschwindigkeit der Sonnenbewegung. Bei dieser Berechnung wurde das Gebiet I der Polkalotten ausgeschlossen, die anderen 16 sodann in verschiedener Art in Gruppen kombiniert und die sich da ergebenden Gleichungen nach der Methode der kleinsten Quadrate aufgelöst.

Ich erhielt so:

1. Aus den Sektoren II—VII: der Dekl. $\pm 50°$ .... $A_1 = 258° 54'$ $D_1 = +46° 37'$ $w_1 = 0{\cdot}9417$

2. » » » VIII—XVII: » » $\pm 17°$ .... $A_1 = 261° 7'$ $D_1 = +45° 36'$ $w_1 = 1{\cdot}1510$

3. Aus allen zusammen ..... $A_1 = 260° 12'$ $D_1 = +47° 19'$ $w_1 = 1{\cdot}0785$

Endlich ordnete ich die 16 Gebiete nach ihrer galaktischen Breite. Die Zonen II, III, VII, IX, X, XI, XV und XVII mit einer mittleren Breite von $\pm 17°$ nahm ich als zur Milchstraße gehörig an, die anderen 8, nämlich IV, V, VI, VIII, XII, XIII, XIV und XVI mit einer mittleren Breite von $\pm 50°$ sollen der Nichtmilchstraßengürtel genannt werden.

Es gaben:

4. Der Milchstraßengürtel ..... $A_1 = 257° 34'$ $D_1 = 45° 4'$ $w_1 = 1{\cdot}1792$

5. » Nichtmilchstraßengürtel ..... $A_1 = 262° 27'$ $D_1 = 47° 22'$ $w_1 = 0{\cdot}9567$

Eddington findet aus demselben Beobachtungsmaterial nach der Zweischwarmhypothese, nach der der Apex der Sonnenbewegung durch

$$X_1 = \frac{n_1 x + n_2 x_2}{n_1 + n_2} \qquad Y_1 = \frac{n_1 y_2 + n_2 y_2}{n_1 + n_2} \qquad Z_1 = \frac{n_1 z_1 + n_2 z_2}{n_1 + n_2}$$

definiert wird, wenn $x_1\ y_1\ z_1$ sowie $x_2\ y_2\ z_2$ die Bewegungsvektoren der beiden Einzelschwärme bedeuten und n_1 und n_2 die Sternfülle in jedem von ihnen ist,

$$A_1 = 267° 3' \qquad D_1 = +36° 4' \qquad w_1 = 0{\cdot}9083$$

und Boss endlich selbst nach der Airy'schen Methode unter bloßer Verwendung der Eigenbewegungen in Rektaszension und Deklination

$$A_1 = 270° 5' \qquad D_1 = +34° 3'$$

während leider nach der Schwarzwild'schen Ellipsoidhypothese der Boss-Katalog noch keine Bearbeitung gefunden hat. Wie man sieht, ist die Übereinstimmung der Zahlenwerte trotz der Verschiedenheit der Methoden, auf denen sie beruhen, eine recht gute, mindestens liegen die Unterschiede zwischen ihnen innerhalb der Genauigkeitsgrenzen, zwischen denen die Angaben über den Sonnenapex überhaupt eingeschlossen sind.

Mit dem Mittelwerte

$$A_1 = 260° 12' \qquad D_1 = +47° 19' \qquad w_1 = 1{\cdot}0785$$

wurden nach den Umkehrformeln

$$w_1 (\cos\delta \sin D_1 - \sin\delta \cos D_1 \cos(A_1 - \alpha)) = w \sin\vartheta_1$$
$$w_1 \cos D_1 \sin(A_1 - \alpha) = w \cos\vartheta_1$$

wieder für jedes einzelne Gebiete w und ϑ_1 berechnet und mit den Zahlen in der zweiten und dritten Kolonne der Tafel 3 verglichen. Die Resultate sind in den beiden letzten unter der Bezeichnung $(B-R)$ angeführt. Sie geben als mittleren Fehler der Darstellung

den Winkel ϑ_1 .... $\pm 9°$ für die Geschwindigkeit w_1 .... $\pm 0{\cdot}184\ldots$

und zwischen denselben Grenzen liegen auch die Differenzen der in den anderen Kolonnen stehenden Zahlen gegeneinander.

8. Die weiteren zwei Konstanten, deren Berechnung durchzuführen ist, sind die Größen L' und φ in dem Ausdrucke für den Transformationskoeffizienten F. Definiert durch die Gleichungen 13 und 14 sind sie es, aus denen die Richtung nach dem Baryzentrum und die Exzentrizität der Sonnenstellung abzuleiten ist und die damit die Hauptgrößen vorstellen, auf die die neue hier aufgestellte Hypothese zur Erklärung der Gesetzmäßigkeiten in den Sternbewegungen sich stützt.

Die Berechnungen für die beiden Größen sind doppelt zu führen, einmal entsprechend dem Faktor F als Multiplikator und dann als Divisor in der Formel für die Verteilungsfunktion. Die erhaltenen Zahlen sind in der folgenden Tabelle in den sechs ersten Kolonnen mit den Bezeichnungen $(L')_1$ $(\varphi)_1$ und $(L')_2$ $(\varphi)_2$ angesetzt.

Tabelle 4.

Konstanten des Faktors *F*.

Gebiet	$(L')_1$ rauh	$(L')_1$ geglättet	$(\varphi)_1$	$(L')_2$ rauh	$(L')_2$ geglättet	$(\varphi)_2$	$(B-R)_1$		$(B-R)_2$	
							L'	φ_2	L'	φ_2
I.	1·0000	—	173° 1'	0·9443	—	85° 0'	—	—	—	—
II.	0·9829	0·6183	167 12	0·9718	0·9190	79 12	+ 0·3317	+ 5°31'	+ 0·0203	+ 4°11'
III.	0·8291	0·6372	222 36	0·8700	0·6769	137 21	— 0·0055	+ 3 14	+ 0·0420	+ 10 53
IV.	0·8316	0·8923	303 23	0·8362	0·6051	212 17	— 0·3450	+ 5 50	+ 0·0344	— 6 29
V.	0·9534	0·7499	5 22	0·9454	0·7952	271 10	+ 0·0184	+ 3 3	— 0·0782	— 5 12
VI.	0·9557	0·9020	64 20	0·9320	0·9309	335 19	+ 0·0795	— 1 17	— 0·0409	+ 11 10
VII.	0·9636	0·6402	115 22	0·9495	0·9954	23 51	+ 0·3234	+ 3 30	+ 0·1427	— 0 55
VIII.	0·9674	0·3759	205 1	0·9322	0·8638	92 51	+ 0·4398	+ 32 21	— 0·0100	+ 14 29
IX.	0·9519	0·5049	210 49	0·9849	0·6958	98 24	+ 0·1168	— 13 4	+ 0·1115	+ 13 48
X.	0·7684	0·6368	218 11	0·8093	0·3049	111 15	— 0·3383	— 26 6	+ 0·2161	+ 15 38
XI.	0·7927	0·6020	349 31	0·8557	0·3182	267 4	— 0·2410	+ 18 26	— 0·1211	— 6 11
XII.	0·9954	0·4078	17 27	0·9506	0·7180	280 6	+ 0·3198	— 21 57	— 0·0928	— 0 6
XIII.	1·0000	0·4328	23 31	0·9752	0·8484	291 39	+ 0·4318	— 22 7	— 0·0552	+ 2 20
XIV.	0·9515	0·7982	40 3	0·9320	0·7086	308 26	— 0·0488	— 34 58	— 0·0173	+ 1 41
XV.	0·8260	0·6103	92 35	0·7980	0·6097	2 19	+ 0·0531	— 13 14	+ 0·1032	+ 12 22
XVI.	0·9618	0·6391	134 43	0·9120	0·6750	48 51	+ 0·1309	+ 19 31	+ 0·0308	+ 5 56
XVII.	0·9647	0·3322	148 34	0·8608	0·7973	64 9	+ 0·5111	+ 19 45	+ 0·0735	— 2 18

Ein erstes interessantes Resultat bietet die Durchsicht dieser Tabelle durch den Vergleich der beiden Zahlenreihen $(\varphi)_1$ und $(\varphi)_2$. Es zeigt sich, daß die Einzelwerte in ihnen fast genau um 90° voneinander verschieden sind. Das arithmetische Mittel ihrer Differenzen ist 92° mit einer Schwankung zwischen den Grenzen 84° als Minimum und 112° als Maximum. Daraus folgt, daß die zwei durch diese zwei Winkel charakterisierten Richtungen aufeinander senkrecht stehen, als erstes und wichtiges Ergebnis der vorliegenden Untersuchung. Es läßt sich in Kürze so aussprechen: »Der in die Verteilungsfunktion eingehende Koeffizient F definiert durch den Winkel φ eine bestimmte Richtung im Raume; je nachdem man nun diese Funktion in der Form $N = Cf(\tau).F$ oder $N = Cf(\tau) : F$ ansetzt, erhält man zwei Richtungen — und diese stehen aufeinander senkrecht.

Ich habe diesem neuen Ergebnisse zunächst dadurch Rechnung getragen, daß ich die Bestimmung der Größen x_2, y_2 und z_2 als der rechtwinkligen Koordinaten des Baryzentrums und aus diesen sodann

der Polarkoordinaten Rr, A_2 und D_2, in doppelter Form durchführte, einmal nach den Gleichungen 15 unter Einführung des Winkel $\varphi = (\varphi)_1$,

a)
$$L' \sin \varphi_1 = - X_2 \sin \alpha + Y_2 \cos \alpha$$
$$L' \cos \varphi_1 = - X_2 \cos \alpha \sin \delta - Y_2 \sin \alpha \sin \delta + Z \cos \delta$$

und dann gewissermaßen in einer inversen Form mit Vertauschung von sin und cos, so als ob statt $(\varphi)_1$ 90 + $(\varphi)_2$ gesetzt worden wäre:

b)
$$L' \cos \varphi_2 = -X_2 \sin \alpha + Y_2 \cos \alpha$$
$$L' \sin \varphi_2 = -X_2 \cos \alpha \sin \delta - Y_2 \sin \alpha \sin \delta + Z \cos \delta$$

Die Rechnung, wiederum wie vorher bei der Apexbestimmung unter verschiedener Gruppierung der 16 Gebiete ausgeführt, jedoch nicht mit den aus der Auflösung der Gleichungen folgenden direkten Werten, in der Tabelle 4 als (L'), rauh angegeben, sondern mit den durch Glättung aus $L' \sin \varphi_1$ und $L' \cos \varphi_1$ erhaltenen, in der Tabelle als (L'), geglättet bezeichnet, gab als Einzelresultate:

1. Aus den 6 Gebieten II—VII ($\delta = \pm 50°$)	*a)*	$A_2 = 183° 37'$	$D = + 5° 20'$	$R/r = 0{\cdot}8970$
	b)	$A_2 = 183° 50'$	$D = + 5° 11'$	$R/r = 0{\cdot}9005$
2. Aus den 10 Gebieten VIII—XVI ($\delta = \pm 17°$) .	*a)*	$A_2 = 182° 56'$	$D = + 4° 27'$	$R/r = 0{\cdot}6239$
	b)	$A_2 = 180° 23'$	$D = + 7° 51'$	$R/r = 0{\cdot}5568$
3. Aus allen zusammen.....	*a)*	$A_2 = 183° 21'$	$D = + 4° 16'$	$R/r = 0{\cdot}7508$
	b)	$A^2 = 182° 25'$	$D = + 6° 11'$	$R/r = 0{\cdot}7166$
4. Aus dem Milchstraßengürtel..	*a)*	$A_2 = 198° 43'$	$D = + 20° 45'$	$R/r = 0{\cdot}6477$
	b)	$A_2 = 196° 22'$	$D = + 26° 19'$	$R/r = 0{\cdot}6023$
5. Aus dem Nichtmilchstraßengürtel	*a)*	$A_2 = 178° 8'$	$D = - 3° 26'$	$R/r = 0{\cdot}9333$
	b)	$A_2 = 178° 29'$	$D = - 2° 21'$	$R/r = 0{\cdot}9308$

Die Resultate der drei ersten Gruppen weichen nur wenig voneinander ab. Sie würden als Mittel für die fragliche Größe, die Richtung nach dem Baryzentrum, gesehen von der Sonne aus,

$$\text{aus } 1-3) \qquad A_2 = 183° \qquad D_2 = + 5°$$

geben. Eine weniger gute Übereinstimmung dagegen zeigen die aus den beiden Gruppen 4 und 5 abgeleiteten. Deren Mittelwerte wären

$$\text{aus } 4) \qquad A_2 = 197° \qquad D_2 = + 24$$
$$\text{aus } 5) \qquad A_2 = 178° \qquad D_2 = - 3$$

Ob hier eine auf eine reale Ursache zurückzuführende Differenz vorliegt, ist natürlich zurzeit nicht zu entscheiden. Jedenfalls sind aber die Zahlen der Gruppe 4, die sich auf bloß in der Milchstraße liegende Sterne stützen, von großem Interesse. Vergleicht man sie nämlich mit den heute als beste anerkannten Angaben über die Lage des Pols der Milchstraße, nach denen

$$A = 191° \qquad D = + 28°$$

zu setzen ist, so zeigt sich eine merkwürdige Übereinstimmung. Sie führt zu dem folgenden Schlusse: Das Baryzentrum mindestens der in der Milchstraße liegenden Sterne liegt in einer Richtung, die fast genau nach deren Pol hinweist und daher auf ihrer Hauptebene senkrecht steht. Von dieser Richtung weicht die für die anderen, nicht in der Milchstraße liegenden Sterne gefundene ziemlich bedeutend ab,

wohl um 15—20°. Doch rechnet man, speziell für die beiden Gruppen 4 und 5 rückwärts wieder mit den erhaltenen Werten für A, D und R/r die Größen L' und φ nach den Beziehungen

$$L' \sin \varphi = \frac{R}{r} \cos D_2 \sin (A_2 - \alpha)$$

$$L' \cos \varphi = \frac{R}{r} [-\cos D_2 \cos (A_2 - \alpha) \sin \delta + \sin D_2 \cos \delta]$$

so ergeben sich die in der Tabelle 4 unter den Kolonnen mit der Bezeichnung $(B-R)_1$ stehenden Zahlen als deren Differenzen gegen die geglätteten L_1. Diese sind hier recht groß, bedeutend größer als die entsprechenden bei der Bestimmung des Apex gefundenen und würden noch größer werden, wenn man die Differenzen gegen die direkten Werte L'_1 (rauh) bildet. Sie geben als mittleren Fehler des Anschlusses an die Beobachtungen

für die Winkelgröße φ $\pm 20°$ für L′ $\pm 0{\cdot}301\ldots$

und lassen damit erkennen, daß die Bestimmung dieser neuen Konstanten eine viel unsicherere ist, als die analoge für den die Apexrichtung definierenden Winkel ϑ_1. Es scheint daher nicht notwendig zu sein, die größeren Abweichungen in den abgeleiteten Werten für sie auf Fehler systematischen Charakters zurückzuführen, sie können ganz wohl in Unstetigkeiten und Unregelmäßigkeiten in den Beobachtungen ihre genügende Erklärung haben.

9. Die zweite Richtung φ, die der zweiten Form der Verteilungsfunktion $N = Cf(\tau) : F$ entspricht und die man erhält, indem man den wahren Wert dieses Winkels der Rechnung zugrunde legt, ihn nicht durch $90 + \varphi$ ersetzt und so auf die erste reduziert, führt auf folgende Ergebnisse:

1. Aus den Sektoren II—VII der Dekl. $\pm 50°\ldots.$ $A_3 = 93°\ 38'$ $D_3 = +\ 18°\ 6'$ $R/r = 0{\cdot}9497$
2. » » » VIII—XVII » » $\pm 17°\ldots.$ $A_3 = 97°\ 51'$ $D_3 = +\ 16°\ 11'$ $R/r = 0{\cdot}8821$
3. Aus allen zusammen ..... $A_3 = 95°\ 49'$ $D_3 = +\ 16°\ 22'$ $R/r = 0{\cdot}9093$

während die Darstellung der Beobachtungen, die in der letzten Kolonne der Tabelle 3 unter der Überschrift $(B-R)_2$ angegeben ist, auf mittlere Fehler hinweist, die

für die Winkelgröße φ $\pm 9°$ für L' $\pm 0{\cdot}120$

betragen. Sie sind, wie man sieht, etwa von gleicher Größe mit den analogen, bei der Apexrechnung erhaltenen, aber nur, weil die Differenzen mit den geglätteten Werten L' bestimmt wurden.

Diese neue so gefundene Richtung steht, wie man erkennt, in Übereinstimmung zu der zuerst von Schwarzschild definierten Vertexrichtung der Sternbewegungen. Nach der Zweischwarmhypothese ist sie aus

$$x = x_1 - x_2 \qquad y = y_1 - y_2 \qquad z = z_1 - z_2$$

abzuleiten, wenn hierin x_1, y_1 und z_1 sowie x_2, y_2 und z_2 die Bewegungsvektoren der beiden Schwärme bedeuten. Eddington findet danach aus dem gleichen Beobachtungsmaterial

$$A = 94°2 \qquad D = +11°9$$

Zahlen, die mit den oben erhaltenen

$$A = 95°8 \qquad D = +\ 16°4$$

in so guter Übereinstimmung stehen, daß man wohl beide Richtungen als zusammenfallend bezeichnen kann.

Es zeigen also von den beiden durch den Koeffizienten F in seiner doppelten Verwendungsform in der Verteilungsfunktion definierten und aufeinander senkrecht stehenden Richtungen die eine nach

dem Pole der Milchstraße, die andere nach dem Vertex der Sternbewegungen. Die eine gibt die Lage des Baryzentrums gegenüber der Sonne an, was bedeutet aber die zweite?

Berechnet man den Neigungswinkel zwischen den beiden Richtungen, so findet sich dieser zu 93° 34′ der tatsächlich nur wenig von 90° abweicht. Nicht so steht es aber mit der Apexrichtung. Berechnet man in gleicher Art den Neigungswinkel beider Richtungen gegen diese, so findet man

$$77° 58′ \quad \text{beziehungsweise} \quad 65° 24′.$$

Zahlen, die von 90° ziemlich differieren. Doch ließen sich leicht auch diese zwei Winkel so bestimmen, daß sie genau 90° wären. Man käme so auf eine dritte Richtung, die von der nach dem Apex nicht sehr verschieden sein wird und erhält damit drei aufeinander senkrecht stehende Achsen, vergleichbar den drei Hauptachsen eines Ellipsoids. Diese dritte Richtung ergibt sich aus den oben angegebenen Daten für

$$A_2 = 183° 21′ \qquad D_2 = + 4° 16′ \qquad \text{und} \qquad A_3 = 95° 49′ \qquad D_3 = + 16° 22′$$

zu

$$A = 287° 46′ \qquad D = 73° 17′$$

dagegen mit den aus der Milchstraßen- und Nichtmilchstraßengruppe abgeleiteten

$$A_2 = 197° 32′ \quad D_2 = + 23° 40′ \qquad \text{und} \qquad A_2 = 178° 19′ \quad D_2 = - 2° 54′$$

und dem gleichen Mittelwerte für A_3 und D_3 wie oben, zu

$$A = 335° 49′ \quad D = + 59° 33′ \qquad \text{beziehungsweise} \qquad A = 258° 41′ \quad D = + 72° 55′$$

deren arithmetisches Mittel erst, sofern man bei diesen so sehr divergierenden Zahlen noch von einem solchen sprechen kann

$$A = 297° 15′ \qquad D = + 66° 15′$$

ist, zwei Werte, die von der vorher gefundenen Richtung,

$$A = 260° 12′ \qquad D = + 47° 19′$$

wohl etwas mehr, aber doch nicht gar zu sehr abweichen, und die etwa durch eine geringfügige Änderung in den zugrunde liegenden Angaben über die beiden ersten zur vollen Übereinstimmung gebracht werden könnten. Denn, wie die Rechnung zeigt, rufen kleine Änderungen in ihnen schon bedeutendere Verschiebungen in der aus ihnen abzuleitenden Apexrichtung hervor.

Ist aber diese der Apexrichtung gewissermaßen auferzwungene Forderung, auf den beiden anderen senkrecht zu stehen, irgendwie zu rechtfertigen? Es scheint dies nicht der Fall zu sein, vielmehr der Wahrheit mehr zu entsprechen, wenn man annimmt, daß ihre Neigungswinkel gegen die beiden anderen ausgezeichneten Richtungen, für die sich vorher die Werte 77° und 65° ergaben, von 90° verschieden, aber einander gleich sind. Es würde diese neue Forderung zur Folge haben, daß die Vertexrichtung durch die geometrische Bedingung definiert erscheinen würde, in der Milchstraßenebene zu liegen und mit der Apexrichtung einen bestimmten Winkel einzuschließen, ihre Willkürlichkeit würde hierdurch verschwinden, und das Ergebnis der vorliegenden Untersuchung, sofern sie sich auf Zählungen von Sternen mit bestimmten Positionswinkeln ihrer Eigenbewegungen stützt, ließe sich dahin aussprechen.

Es gibt im Raume drei ausgezeichnete Richtungen, die erste ist gegeben durch die Normale der Milchstraßenebene, die zweite durch die Apexrichtung, wobei ausdrücklich hervorzuheben ist, daß sie nicht in die Ebene der Milchstraße fällt, die dritte, als der Vertex der Sternbewegungen, ist nicht mehr willkürlich, sondern durch die beiden ersten derart festgelegt, daß sie auf der ersten senkrecht steht und mit der zweiten den gleichen Neigungswinkel bildet, wie die beiden miteinander. Es wäre daraus zu schließen, daß die Vertexbewegung der Sterne uns durch die exzentrische Stellung der Sonne gegenüber dem Schwerpunkt des Sternsystems vorgetäuscht wird, etwa so, um ein zwar nicht voll

zutreffendes aber doch analoges Beispiel anzuführen, wie uns die retrograde Bewegung der Kleinen Planeten zur Zeit ihrer Opposition trotz ihres rein direkten Laufes um die Sonne durch die exzentrische Stellung der Erde und ihre direkte Bewegung vorgetäuscht wird.

10. Sollten diese drei Richtungen dennoch aufeinander senkrecht stehen, so wären hierdurch im Raume drei Achsen, vergleichbar mit den drei Hauptachsen eines Ellipsoids, bestimmt und damit ein Anschluß an frühere Ellipsoidhypothesen erzielt, die bei der Diskussion der Sternbewegungen in Anwendung kamen. In erster Linie wäre hier die Schwarzschild'sche in Betracht zu ziehen. Schwarzschild führte seine Rechnungen nur unter der Annahme eines Rotationsellipsoides durch und kam so auf zwei im Raume bevorzugte Richtungen, den Apex und den Vertex, die nach dem Gange der ganzen Entwicklung ganz unabhängig voneinander sind. Die Hypothese Schwarzschild hat sodann Charlier unter Verwertung der Kollektivmaßlehre auf eine neue — mehr mathematisch als physikalisch — zu deutende Basis gestellt und seine Schüler Gyllenberg und Wicksell haben, der erstere aus den Eigenbewegungen ebenfalls des Boss'schen Sternkataloges, doch nach einer anderen Einteilung des ganzen Himmels, der zweite aus allen bekannten Radialbewegungen der Sterne desselben Kataloges, die drei Hauptachsen des Ellipsoids berechnet. Beide erhalten damit vier ausgezeichnete Richtungen im Raume. Die erste ist die Apexrichtung; sie wird direkt nach der Methode von Airy aus den Eigenbewegungen der Sterne gewissermaßen als Größen erster Ordnung abgeleitet und steht mit den folgenden Rechnungen in keinem Zusammenhange. Die drei anderen Richtungen sind die Achsen des Ellipsoids. Sie werden aus den Streuungen der Eigenbewegungen berechnet, die man gegenüber diesen selbst als Größen zweiter Ordnung auffassen kann.

Die von den beiden Rechnern erhaltenen Resultate sind schon von mir in meiner III. Abhandlung (Kritik der Ellipsoidhypothese, p. 23) mitgeteilt. Sie lauten:

Richtung: Apex	$A = 282°8$	$D = +\ 31°6$	$A = 270°5$	$D = +\ 28°6$
» 1. Hauptachse	$A = 274°3$	$D = -\ 12°4$	$A = 264°1$	$D = -\ 5°2$
» 2. »	$A = 189°2$	$D = +\ 24°1$	$A = 177°1$	$D = +\ 29°9$
» 3. »	$A = 339°1$	$D = +\ 62°5$	$A = 336°5$	$D = +\ 59°5$

Die erste von den drei Hauptachsenrichtungen zeigt nach dem Vertex der Sterne und steht mit den hier gefundenen

$$A = 275°8 \qquad D = -\ 16°4$$

in recht guter Übereinstimmung. Die zweite weist nach dem Pole der Milchstraße hin, für die aus den vorliegenden Rechnungen

$$A = 197°5 \qquad D = +\ 23°5$$

sich ergab. Die dritte endlich bleibt zunächst ohne jede geometrische Deutung und Beziehung. Vergleicht man sie aber mit einer der oben für den Apex gefundenen Richtungen, wenn ihm die Forderung auferlegt wird, auf den beiden anderen bestimmten senkrecht zu stehen, die beispielsweise

$$A = 339°8 \qquad D = +\ 59°5$$

gaben; berücksichtigt man ferner, daß Gyllenberg für diese dritte Richtung bei anderer Gruppierung, namentlich bei Teilung der Sterne nach ihren Spektralklassen wesentlich voneinander verschiedene Werte erhält, zum Beispiel um auf einige größere Differenzen hinzuweisen, für die *K*- und *M*-Sterne

$$A = 257°2 \qquad D = +\ 76°0$$

für die *B*- und *A*-Sterne

$$A = 304°8 \qquad D = +\ 68°8$$

und erst im Mittel für alle die oben angeführten, daß er endlich bei gleichzeitiger Verwertung der Radial- und Eigenbewegungen (p. 62 seiner Abhandlung)

$$A = 235°0 \qquad D = +\ 78°1$$

findet, die wieder von dem oben angegebenen Mittelwert sehr stark abweichen, so wird man sich des Gedankens kaum erwehren, daß diese fragliche Richtung nichts anderes ist als eine Verfälschung der des Apex, hervorgerufen durch die ihr auferzwungene Bedingung des Normalstehens auf den beiden anderen.

Apexrichtung und Milchstraßenebene sind eben von einander unabhängig und ein Zwang, sie miteinander in Zusammenhang zu bringen, verfälscht die eine Richtung gegen die andere. Da aber die des Apex in der Bahnebene der Sonne liegt, so heißt dies nichts anderes, als daß diese und wohl auch die aller Sterne nicht mit der Milchstraße zusammenfällt.

11. Einem zweiten Ellipsoide begegnen wir in der Lehre von den Eigenbewegungen der Fixsterne in jenem, auf das sich die Bessel-Kobold'sche Methode der Apexbestimmung stützt. Seine Theorie wurde von mir ebenfalls in meiner III. Abhandlung, p. 310 (4) entwickelt. Danach beruht seine Berechnung auf rein dynamischen Größen, nämlich auf den Eigenbewegungen der Sterne in Rektaszension und Deklination, $\Delta\alpha$ und $\Delta\delta$ und nicht wie die vorliegende Untersuchung auf statistischen Zählungen von Sternen mit bestimmten Positionswinkeln der Eigenbewegung. Seine drei Hauptachsen geben an die drei Richtungen nach dem Apex der Sonne, nach dem Baryzentrum der Sterne und dem Pole ihrer Bahnebene. Merkwürdigerweise liefert die Rechnung zwei Ellipsoide, bei denen die zwei letzten miteinander vertauscht auftreten und die so scheinbar, wie die Hypothese der zwei Schwärme, eine Zweispaltung des ganzen Fixsternhimmels bedingen. Die Ergebnisse der Rechnung, die auf Grundlage derselben Beobachtungsdaten durchgeführt wurde, auf denen auch die vorliegende Untersuchung beruht, nämlich den in dem Boss'schen Kataloge niedergelegten Eigenbewegungen — nur wie schon früher erwähnt wurde, in der Charlier'schen Einteilung des Himmels in 44 Sektoren (mit Ausschluß der 4 Polkalotten) lauten für die zwei Hauptgruppen (I und II) der Sterne, die die zwei verschiedenen Ellipsoide geben — und die außerdem noch nach einem später zu erklärenden Prinzip in je zwei Untergruppen (I *a* und *b*, II *a* und *b*) geteilt wurden:

			Gruppe I *a*	Gruppe I *b*	Mittel
größte	Achse	Apex.....	$A_1 = 284° 36'$	$A_1 = 266° 8'$	$A_1 = 274° 31'$
			$D_1 = +36° 50'$	$D_1 = +29° 4'$	$D_1 = +33° 29'$
mittlere	»	Zentrum	$A_2 = 34° 38'$	$A_2 = 22° 37'$	$A_2 = 28° 45'$
			$D_2 = +24° 35'$	$D_2 = +38° 45'$	$D_2 = +31° 49'$
kürzeste	»	Pol	$A_3 = 150° 1'$	$A_3 = 150° 47'$	$A_3 = 150° 26'$
			$D_3 = +43° 9'$	$D_3 = +37° 34'$	$D_3 = +40° 16'$
			Gruppe II *a*	Gruppe II *b*	Mittel
größte	Achse	Apex.....	$A_1 = 272° 54'$	$A_1 = 262° 54'$	$A_1 = 269° 25'$
			$D_1 = +25° 52'$	$D_1 = +37° 46'$	$D_1 = +31° 6'$
mittlere	»	Zentrum	$A_2 = 166° 33'$	$A_2 = 150° 30'$	$A_2 = 159° 24'$
			$D_2 = +29° 55'$	$D_2 = +26° 11'$	$D_2 = +29° 29'$
kürzeste	»	Pol	$A_3 = 36° 12'$	$A_3 = 35° 11'$	$A_3 = 35° 38'$
			$D_3 = +48° 19'$	$D_3 = +41° 59'$	$D_3 = +44° 31'$

Hierbei umfaßt die Gruppe I *a* die Sterne der 12 Sektoren B_1 B_2 B_3 B_8 B_9 B_{10} C_{12} C_1 C_2 C_3 D_2 D_3; ihre mittlere gallaktische Länge ist $\lambda = 28°8$ und die Breite $\beta = -18° 1$; die Gruppe I *b* enthält die 12 Sektoren E_6 E_7 E_8 E_3 E_1 E_5 D_6 D_7 D_8 D_9 C_8 C_9 mit $\lambda = 208°8$, $\beta = +18° 1$, die Gruppe II *a* schließt die 10 Sektoren B_4 B_5 B_6 B_7 C_4 C_5 C_6 C_7 D_4 D_5 ein mit $\lambda = 94°7$, $\beta = +42°5$, endlich in

Gruppe II *b* sind die 10 Sektoren E_9 E_{10} E_1 E_2 D_{10} D_{11} D_{12} D_1 C_{10} C_{11} enthalten, deren mittleres $\lambda = 274°7$, $\beta = -42°5$ ist. Es gehören daher die Sterne der Gruppe I der Milchstraße an, die der Gruppe II *a* dem nördlichen, II *b* dem südlichen Teil des Himmels, der an die Milchstraße angrenzt. Die Reduktion der Äquatorkoordinaten α und δ in die der Milchstraße λ und β wurde mit den Werten $\Omega = 281°$ $i = 62°$ ausgeführt.

Von den mitgeteilten Zahlen interessiert zunächst die Richtung nach dem Apex. Sie steht mit dem aus den Sternzählungen gewonnenen Resultat

$$A = 260° 12' \qquad D = +47° 19'$$

in recht gutem Einklang. Weiters kommt die Richtung nach dem Zentrum der zweiten Sterngruppe in Betracht. Mit ihrem Mittelwert

$$A = 159° 24' \qquad D = +29° 29'$$

erinnert sie an die gleiche Richtung, die bei den vorhergegangenen Berechnungen zu

$$A = 197° 33' \qquad D = +23° 32'$$

gefunden wurde und, wie daraus zu entnehmen ist, von dem Pol der Milchstraße

$$A = 191° \qquad D = +28°$$

nicht zu weit liegt. Eben dorthin zeigt auch die dritte der Richtungen der Gruppe I mit

$$A = 150° 26' \qquad D = +40° 36'$$

Abgesehen von der Divergenz in der Größe der Ellipsoidachsen, denen diese beiden Richtungen angehören und für die eine Erklärung erst im folgenden versucht werden soll, zeigt sich eine recht gute Übereinstimmung der Zahlen untereinander, aber eine etwas schlechtere mit den Ergebnissen aus den Sternzahlen. Doch der Grund hiervon ist nunmehr klar. Er liegt darin, daß diese auf der Ebene der Milchstraße senkrecht steht, die zwei aus dem Ellipsoide gewonnenen dagegen auf einer ganz anderen Ebene normal stehen, nämlich auf denen, die durch die den letzten Ellipsoidachsen zugehörigen Richtungen charakterisiert erscheinen und deren Bestimmungsgrößen danach

$$\text{Gruppe I: } \Omega = 118° 45' \qquad i = 58° 11'$$
$$\text{» II: } \Omega = 125° 38' \qquad i = 45° 29'$$

sind und von den gleichen Größen der Milchstraßenebene

$$\Omega = 281° \qquad i = 62°$$

ziemlich stark abweichen. Es findet damit der oben ausgesprochene Satz, daß Bahnebene der Sterne und Ebene der Milchstraße nicht identisch sind, seine Bestätigung. Und noch weiter gehend, projiziert man die zwei oben für die Richtung nach dem Zentrum erhaltenen Werte

$$\text{Gruppe I} \ldots\ldots A = 150° 26' \qquad D = +40° 16'$$

und

$$\text{Gruppe II} \ldots\ldots A = 159° 24' \qquad D = +29° 29'$$

die die normale Richtung auf die Bahnebene und nicht auf die Milchstraße kennzeichnen, auf sie, so folgt eine neue Richtung zu

$$A = 275° 57' \quad D = -9° 28' \quad \text{beziehungsweise} \quad A = 265° 14' \quad D = -27° 5'$$

die wohl als mit dem Vertex der Sterne zusammenfallend bezeichnet werden kann, eine Tatsache, in der die einfachste geometrische Deutung der Vertex liegt. Er ist nichts anderes als die Projektion der Richtung nach dem Zentrum des Sternsystems auf die Ebene der Milchstraße.

Es ergibt sich demnach ein fundamentaler Unterschied darin, je nachdem ein gegebenes Beobachtungsmaterial an Eigenbewegungen von Fixsternen rein dynamisch oder gleichzeitig statistisch und dynamisch verwertet wird. Eine rein dynamische Verwendung, wie sie in der Bessel-Kobold'schen Methode der Apexbestimmung vorliegt, führt auf die dynamische Bahnebene und die Richtungen nach dem Apex und dem Zentrum der Sterne in ihr, eine statistisch dynamische dagegen, die sowohl der Kapteyn-Eddington'schen Hypothese der zwei Schwärme wie der Schwarzwild'schen Ellipsoidlehre und der vorliegenden Untersuchung zugrunde liegt, mit ihren Zählungen von Sternen mit bestimmten Positionswinkeln ihrer Eigenbewegungen, führt neben dem Apex, der aus beiden Rechnungsmethoden fast in gleicher Genauigkeit folgt, auf die statistisch definierte Hauptebene der Sterne, das ist die Milchstraße als die Ebene der größten Sternfülle und eine neue Richtung, den Vertex der Sterne, das ist die Projektionsrichtung des dynamischen Zentrums auf die Milchstraßenebene.

12. Es bleibt somit nur die eine Frage zu beantworten übrig, welchem inneren Grunde es zuzuschreiben ist, daß die Rechnung zwei Ellipsoide mit zweien gegeneinander vertauschten Achsenrichtungen liefert. Einen Versuch zur Erklärung dieser Eigentümlichkeit gab ich in einer kurzen Mitteilung in den Astronomischen Nachrichten. »Über die Bahnebene der Sonne und ihr Verhältnis zur Ebene der Milchstraße.« (A. N. Band 204. 1917, p. 417.) Er beruht auf dem Gedanken, daß die beiden Bahnebenen, auf die die zwei Ellipsoide führen und deren Pole

$$\text{aus Gruppe I: durch } A_1 = 150^\circ\ 26' \quad D_1 = 40^\circ\ 16'$$

mit der Richtung nach dem Zentrum

$$A_2 = 28^\circ\ 49' \quad D_2 = +\,31^\circ\ 49'$$

$$\text{aus Gruppe II: durch } A_1 = 35^\circ\ 38' \quad D_1 = 44^\circ\ 31'$$

mit der Richtung nach dem Zentrum

$$A_2 = 159^\circ\ 24' \quad D_2 = +\,29^\circ\ 29'$$

bestimmt erscheinen, nicht größte Kugelkreise der scheinbaren Himmelskugel sind, den Erd-, beziehungsweise Sonnenort nicht enthalten, sondern an ihm in einer gewissen Distanz vorbeigehen und damit die Frage entsteht nach der Lage des größten Kugel- oder Hauptkreises, dem sie parallel liegen. Die Rechnung ergab für ihren Knoten und ihre Neigung im Mittel

$$\Omega = 270^\circ \qquad i = 52^\circ$$

und damit eine Lage, die ihn als der Milchstraße parallel verlaufen läßt. Gegen die Richtigkeit dieses Versuches läßt sich jedoch der Einwand erheben, daß er parallelen Nebenkreisen verschiedene Knoten- und Neigungswerte zuschreibt, was, wenn sie auf die scheinbare Himmelskugel bezogen werden, nicht gestattet ist.

Ein zweiter auf der gleichen Grundlage fußender, aber doch von ihm verschiedener Erklärungsversuch ist der folgende. Er geht in der Aufstellung der Bedingung, daß die zwei Bahnebenen der Sterne nicht Haupt- sondern Parallelkreise der Himmelskugel sind, schon auf die ersten Gleichungen zurück, die zu ihrer Bestimmung dienen. Sie sind, wenn man die rechtwinkligen Koordinaten eines Sternes mit x, y und z, seine Bewegungsgrößen mit Δx, Δy und Δz und die unbekannten Richtungsvektoren seiner Bahnebene mit l_0, m_0 und n_0 bezeichnet

$$\begin{aligned} l_0 x + m_0 y + n_0 z &= 0 \\ l_0 \Delta x + m_0 \Delta y + n_0 \Delta z &= 0 \\ l_0^2 + m_0^2 + n_0^2 &= 1 \end{aligned} \qquad 16)$$

und führen zu den Lösungen

$$\begin{aligned} l_0 &= (y\Delta z - z\Delta y) : D \\ m_0 &= (z\Delta x - x\Delta z) : D \\ n_0 &= (x\Delta y - y\Delta x) : D \end{aligned} \qquad 17)$$

mit der Abkürzung

$$D^2 = (x^2 + y^2 + z^2)\,(\Delta x^2 + \Delta y^2 + \Delta z^2) - (x\Delta x + y\Delta y + z\Delta z)^2.$$

Nunmehr soll die erste Gleichung von 16, $l_0 x + m_0 y + n_0 z = 0$ die eine durch den Sonnenort gehende Ebene und damit einen größten Kugelkreis darstellt, ersetzt werden durch $l x + m y + n z = p$ als die Gleichung eines Parallelkreises, wenn angenommen wird, daß die Größe p einen reellen Wert hat. Man hat daher folgendes System von Gleichungen aufzulösen.

$$\begin{aligned} lx + my + nz &= p \\ l\Delta x + m\Delta y + n\Delta z &= 0 \\ l^2 + m^2 + n^2 &= 1. \end{aligned} \qquad 18)$$

Führt man folgende Abkürzungen ein:

$$x^2 + y^2 + z^2 = \rho^2$$

der Distanz der Sterne von der Sonne

$$x\Delta x + y\Delta y + z\Delta z = \rho\Delta\rho$$

mit $\Delta\rho$ als deren Radialbewegung

$$\Delta x^2 + \Delta y^2 + \Delta z^2 = \Delta\rho^2 + \rho^2 \cos^2\delta\Delta\alpha^2 + \Delta\delta^2 = g^2$$

mit g als ihrer Geschwindigkeit

$$\cos^2\delta\Delta\alpha^2 + \Delta\delta^2 = s^2$$

mit s ihrer Geschwindigkeit an der scheinbaren Himmelskugel

wodurch wird:

$$D^2 = \rho^4 s^2 = \rho^2\,(g^2 - \Delta\rho^2),$$

so lassen sich die Lösungen dieser Gleichungen in der Form schreiben:

$$\begin{aligned} l &= l_0 \sqrt{1 - \frac{p^2 g^2}{\rho^4 s^2}} + \frac{p}{\rho^4 s^2}\,(g^2 x - \rho\Delta\rho\Delta x) \\ m &= m_0 \sqrt{1 - \frac{p^2 g^2}{\rho^4 s^2}} + \frac{p}{\rho^4 s^2}\,(g^2 y - \rho\Delta\rho\Delta y) \\ n &= n_0 \sqrt{1 - \frac{p^2 g^2}{\rho^4 s^2}} + \frac{p}{\rho^4 s^2}\,(g^2 z - \rho\Delta\rho\Delta z) \end{aligned} \qquad 19)$$

Bei unserer vollständigen Unkenntnis über die Größe p können bezüglich ihrer nur Grenzwerte aufgestellt werden. Die erste Annahme, die

$$p = 0$$

jetzt, ist die bisher behandelte. Sie führt auf $l = l_0$ $m = m_0$ $n = n_0$ und damit auf die zwei schon bekanntgegebenen Ellipsoide. Ein zweiter Grenzwert, als Maximum von p, läßt sich aus dem Wurzelausdruck feststellen,, zu

$$p = \rho^2 s : g \qquad \text{oder} \qquad \frac{1}{p} = \frac{1}{\rho}\sqrt{\left(\frac{\Delta\rho}{\rho s}\right)^2 + 1}$$

und gibt

$$l = \frac{g}{\rho^2 s} x - \frac{\Delta\rho}{g s \rho} \Delta x \qquad m = \frac{g}{\rho^2 s} y - \frac{\Delta\rho}{g s \rho} \Delta y \qquad n = \frac{g}{\rho^2 s} z - \frac{\Delta\rho}{g s \rho} \Delta z$$

als neue Richtungskonstanten für die Bahnebenen der Sterne, für deren Lage damit ebenfalls zwei Grenzwerte resultieren.

12. Man kann aber diese neuen Werte der Bahnkonstanten erst berechnen, wenn man für die in Betracht kommenden Sterne, deren Parallaxe $\pi = 1 : \rho$ und deren Radialbewegung $\Delta\rho$ neben ihren Eigenbewegungen $\Delta\alpha$ und $\Delta\delta$ kennt, was eine bedeutende Vervollständigung der Beobachtungsdaten in sich schließt: Eine solche Zusammenstellung in betreff der Radialbewegungen hat Gyllenberg in der anfangs erwähnten Abhandlung im Anschlusse an die wertvolle von Charlier besorgte aller im Kataloge von L. Boss gesammelten Eigenbewegungen durchgeführt. Ich lasse sie hier mit Wiederholung der Charlier'schen, die schon in meiner II. Abhandlung: »Entwicklung nach Kugelfunktionen« p. 240, mitgeteilt ist, folgen:

Tabelle 5.

Eigen- und Radialbewegungen der Boss' Sterne.

Sektor	Zahl	cos $\delta\Delta\alpha$	$\Delta\delta$	Zahl	$\Delta\rho$	p
Gruppe I*a* (Milchstraße):						
B_1	104	+ 0·538	— 0·433	41	— 0·850	0·9556
B_2	109	+ 0·491	— 0·628	36	+ 1·230	0·9330
B_3	87	+ 0·167	— 0·868	28	+ 1·743	0·8970
B_8	84	+ 0·250	+ 0·143	35	— 4·179	0·2656
B_9	122	+ 0·508	+ 0·123	42	— 3·519	0·5109
B_{10}	105	+ 0·538	— 0·100	34	— 1·955	0·7456
C_{12}	62	+ 1·000	— 0·306	30	— 0·233	0·9984
C_1	64	+ 0·625	— 0·797	24	+ 1·090	0·9656
C_2	92	+ 0·978	— 0·706	29	+ 1·714	0·9423
C_3	150	+ 0·660	— 0·600	55	+ 5·322	0·5568
D_2	63	+ 0·976	— 0·627	24	+ 3·254	0·8188
D_3	105	+ 0·138	— 0·291	41	+ 3·377	0·3564
Gruppe I*b* (Milchstraße):						
E_6	108	— 0·856	— 0·712	51	+ 1·010	0·9665
E_7	107	— 0·528	— 0·864	52	— 1·585	0·9313
E_8	97	— 0·156	— 1·062	46	— 0·381	0·9963
E_3	94	— 0·117	+ 0·436	45	+ 4·625	0·3637
E_4	161	— 0·488	— 0·127	69	+ 3·689	0·4800
E_5	109	— 0·775	— 0·206	55	+ 2·343	0·8074
D_6	45	— 1·078	+ 0·033	12	+ 2·497	0·8658
D_7	59	— 0·873	— 0·517	15	— 0·351	0·9965
D_8	86	— 0·570	— 0·849	25	— 0·527	0·9913
D_9	77	— 0·162	— 0·916	37	— 1·946	0·8859
C_8	69	— 0·703	— 0·529	31	— 2·444	0·8211
C_9	86	— 0·384	— 0·360	25	— 3·944	0·4711

Sektor	Zahl	cos $\delta\Delta\alpha$	$\Delta\delta$	Zahl	$\Delta\rho$	p
Gruppe II *a* (nördlich über der Milchstraße):						
B_1	70	— 0·386	— 0·543	27	+ 1·919	0·8115
B_5	67	— 1·291	— 0·649	30	— 0·802	0·9906
B_6	55	— 0·536	— 0·100	24	— 2·183	0·7068
B_7	81	— 0·747	+ 0·216	24	— 3·138	0·7041
C_4	102	— 0·274	— 0·696	34	+ 2·793	0·7310
C_5	66	— 0·742	— 1·273	25	+ 3·202	0·8786
C_6	59	— 0·830	— 0·856	23	+ 0·872	0·9838
C_7	61	— 1·008	— 0·431	35	— 0·495	0·9936
D_4	147	— 0·330	— 0·065	39	+ 5·417	0·2410
D_5	75	— 0·580	— 0·193	24	+ 4·082	0·5140
Gruppe II *b* (südlich unter der Milchstraße):						
E_9	53	+ 0·632	— 0·840	36	+ 0·045	1·0000
E_{10}	63	+ 0·675	— 0·627	35	+ 1·258	0·9460
E_1	51	+ 0·892	— 0·402	36	+ 2·109	0·8906
E_2	50	+ 0·740	+ 0·240	38	+ 3·694	0·6446
D_{10}	105	+ 0·224	— 0·700	31	— 1·740	0·8606
D_{11}	75	+ 0·767	— 0·687	31	— 2·208	0·8815
D_{12}	77	+ 0·838	— 0·461	19	+ 0·861	0·9754
D_1	53	+ 0·538	— 0·368	17	+ 2·026	0·7896
C_{10}	108	+ 0·306	— 0·380	40	— 3·638	0·4732
C_{11}	80	+ 0·662	— 0·738	29	— 2·099	0·8839

Die Bedeutung der einzelnen Kolonnen in der Tabelle ist klar und bedarf keiner weiteren Erklärung als nur der Angabe der Einheiten, in der die Zahlenwerte in ihr ausgedrückt sind. Die Einheit der Eigenbewegungen cos $\delta\Delta\alpha$ und $\Delta\delta$ sind Bogensekunden, aber gültig für einen Zeitraum von 20 Jahren. Die Einheit für die Radialbewegungen $\Delta\rho$ ist die von Charlier angenommene, Siriometer für ein Sternjahr. Sie werden durch Multiplikation mit 4·7375 in die gebräuchliche Einheit Kilometer in der Sekunde transformiert. Als Parallaxe zur Bestimmung der Distanzen ρ nahm ich für alle Sterne den gemeinsamen Wert

$$\pi = 0''0125$$

an, und zwar aus dem Grunde, weil damit die $\Delta\rho$, um sie in derselben Einheit zu erhalten, in welcher die cos $\delta\Delta\alpha$ und $\Delta\delta$ dargestellt erscheinen, einfach durch 4 zu dividieren sind.

Hiemit sind alle Angaben vorhanden, aus denen die Konstanten l_0 m_0 und n_0, sowie l m und n und damit auch nach den Beziehungen

$$l = \sin i \sin \Omega \qquad m = -\sin i \cos \Omega \qquad n = \cos i$$

die Knoten- und Neigungswinkel selbst direkt, ohne erst auf die Ellipsoide einzugehen, berechnet werden können. Die Resultate der Rechnung sind in der folgenden Tabelle enthalten:

Tabelle 6.

Knoten- und Neigungswinkel.

	für $p = 0$		für $p =$ Max.		Gallaktische Breite		für $p = 0$		für $p =$ Max.	
	☊	i	☊	i			☊	i	☊	i
	Gruppe I a:						Gruppe I b:			
B_1	239°21'	56°38'	123°52'	56°51'	— 16°6 +	E_6	238°25'	57° 8'	124°55'	52°43'
B_2	262 59	64 47	118 10	31 34	— 7·1 +	E_7	257 24	68 25	120 31	28 27
B_3	277 46	82 20	104 26	19 37	+ 12·3 —	E_8	275 56	84 7	181 8	39 52
B_8	218 55	52 13	100 17	58 14	+ 26·8 —	E_3	259 14	79 28	147 32	26 43
B_9	234 53	46 41	111 25	59 42	+ 4·0 —	E_4	195 50	46 55	95 47	79 27
B_{10}	237 23	46 3	115 39	63 43	— 12·3 +	E_5	231 26	46 59	112 4	62 17
C_{12}	194 15	22 12	82 8	76 28	— 40·6 +	D_6	261 59	14 35	106 0	76 33
C_1	206 5	53 19	94 13	63 56	— 47·3 +	D_7	217 53	33 35	100 33	73 3
C_2	244 6	38 17	117 33	64 50	— 36·3 +	D_8	231 32	57 20	130 39	69 32
C_3	270 23	44 15	108 2	47 8	— 14·9 +	D_9	257 32	80 18	158 49	48 26
D_2	203 44	35 27	105 54	84 30	— 55·7 +	C_8	206 30	39 12	107 40	82 16
D_3	248 14	65 29	129 16	43 18	— 29·5 +	C_9	240 5	45 4	118 23	62 15
Mittel	236 30	50 39	109 15	55 49		Mittel	239 29	54 25	125 20	58 53
	Gruppe II a:						Gruppe II b:			
B_4	99°17'	48°14'	270°59'	24°22'	+ 36°6 —	E_9	97°57'	64°54'	215°29'	45°24'
B_5	109 21	51 38	242 37	48 51	+ 61·4 —	E_{10}	124 41	58 52	236 3	58 58
B_6	122 46	46 4	238 21	65 51	+ 72·0 —	E_1	140 28	49 57	258 20	60 55
B_7	121 48	47 19	261 35	50 22	+ 52·0 —	E_2	119 24	47 49	255 35	51 28
C_4	99 23	69 13	219 28	37 8	+ 10·2 —	D_{10}	100 26	72 50	207 17	46 47
C_5	126 43	60 49	242 49	51 45	+ 36·5 —	D_{11}	119 24	43 51	249 26	58 18
C_6	151 14	47 20	262 45	68 18	+ 62·3 —	D_{12}	140 34	31 58	243 28	81 54
C_7	164 52	27 13	278 57	78 8	+ 75·9 —	D_1	174 55	36 56	254 16	82 4
D_4	156 46	18 12	268 11	83 2	— 3·3 +	C_{10}	116 6	53 18	236 16	56 55
D_5	171 55	23 15	280 12	82 19	+ 21·1 —	C_{11}	147 38	49 43	240 29	83 20
Mittel	132 24	43 56	256 35	59 1		Mittel	128 6	51 0	239 40	62 36

Sie zeigen, daß sich diese merkwürdige Vertauschung der Richtungen auch auf die Werte für ☊ und i ausdehnt, die für den zulässigen Maximalwert für p berechnet wurden. Die Mittelwerte der zwei Gruppen sind:

Gruppe I: $p = 0$..... ☊ = 238° 0′ $i = 52°\ 32'$ $p =$ Max.... ☊ = 117° 19′ $i = 57°\ 21'$

» II: $p =$ Max.... ☊ = 248° 8′ $i = 60°\ 49'$ $p = 0$..... ☊ = 130° 15′ $i = 47°\ 28'$

Wohl ist hiedurch des Rätsels Lösung nicht gegeben, aber doch das eine erzielt, daß man nunmehr die Grenzwerte kennt, zwischen denen ☊ und i der Bahnebenen der Sterne liegen. In meinen

ersten Mitteilungen (I und II) habe ich mich für die Gruppe I als die richtige entschieden; es scheint jedoch dies nicht der Fall zu sein und vielmehr die der Gruppe II und der Annahme $p = 0$ zugehörigen Werte der Wahrheit besser zu entsprechen. Den Grund hiefür liefert die folgende Rechnung:

Als Mittelwert der Knoten- und Neigungswerte der Bahnebenen für die beiden Sterngruppen ergibt sich

Gruppe I: $\Omega_1 = 243° 4'$ $i_1 = 56° 40'$ Gruppe II: $\Omega_2 = 123° 47'$ $i_2 = 52° 40'$

Sie repräsentieren je eine Hauptebene der zwei jeder Sterngruppe zugehörigen Ellipsoide und da beide eine Achsenrichtung gemeinsam haben, so muß ihre Schnittlinie in dieser gemeinschaftlichen Richtung, die der Apexrichtung, liegen. Tatsächlich bestimmt sich durch den Schnitt der beiden Ebenen die Richtung

$$A = 270° 66' \qquad D = + 35° 24'$$

die als mit der Apexrichtung zusammenfallend anzusehen ist. Aus dieser wieder folgt die Richtung nach dem Zentrum, als auf ihr normalstehend und in der Bahnebene liegend, zu:

Gruppe I: $A = 33° 38'$ $D = + 36° 52'$ Gruppe II: $A = 152° 30'$ $D = + 32° 13'$

und schließlich, wie schon oben nachgewiesen wurde, der »sogenannte« Vertex als Projektion dieser letzteren auf die Ebene der Milchstraße. Diese zu $\Omega = 281°$ $i = 62°$ angenommen gibt

Gruppe I: $A = 227° 22'$ $D = - 56° 37'$ Gruppe II: $A = 272° 53'$ $D = - 14° 47'$

wo, wie sich zeigt, die der Gruppe II angehörende Richtung mit dem wirklichen Vertex zusammenfällt und daher wohl die ihr zugehörige Bahnebene als die wahre Bahnebene der Sterne zu betrachten ist.

Da die Knotenwerte Ω, die für $p = 0$ und $p =$ Max. erhalten wurden, sich genähert zu 360° ergänzen, so kann man auch diese Forderung als eine streng zu erfüllende ansehen und hat dann der Reihe nach folgende Zahlenwerte:

Bahnebene: Gruppe I: $\Omega = 237° 31'$ $i = 47° 40'$ Gruppe II: $\Omega = 122° 29'$ $i = 47° 40'$

Apex als Schnittlinie: $A = 270° 0'$ $D = + 30° 32'$

Zentrumsrichtung:	Gruppe I:....	$A = 22° 4'$ $D = + 32° 29'$	Gruppe II: $A = 157° 56'$ $D = + 32° 29'$
Vertex:	» I:....	$A = 212° 47'$ $D = - 60° 13'$	» II: $A = 272° 44'$ $D = -15° 8'$

wo, wie sich zeigt, wieder der der Gruppe II der Sterne zugehörige Wert für die Vertexrichtung sehr nahe mit dem andrerseits aus den Beobachtungen abgeleiteten zusammenfällt.

12. Als letzte ist nun noch die Größe R/r zur Diskussion heranzuziehen. Ihrer Bedeutung nach stellt sie die Exzentrizität der Sonnenstellung gegenüber dem Schwerpunkt der hier in Betracht kommenden Sterne dar und entsprechend ihrem Werte, der oben für die erste Form der Verteilungsfunktion aus den beiden Hauptgruppen der Milchstraßen- und Nichtmilchstraßensterne zu 0·6250 beziehungsweise 0·9321 und im Mittel aus allen zu 0·7437. dagegen für die zweite Form des Verteilungsgesetzes zu 0·9093 gefunden wurde, läßt sie auf eine äußerst exzentrische Lage der Sonne schließen. Vorläufig geben die Beobachtungen kein Mittel, dieses Ergebnis nach seiner Möglichkeit, ebensowenig nach seiner Richtigkeit zu prüfen, jedoch nur was die Größe der

Exzentrizität anlangt. Die Richtung dagegen, in welcher die Sonne vom Baryzentrum der Sterne aus gesehen steht, läßt sich prüfen und eine solche Prüfung soll hier noch zum Schlusse versucht werden.

In der Richtung von der Sonne nach dem Baryzentrum, das ist etwa in der durch etwa

$$A = 150° \qquad D = +30°$$

bestimmten, werden die Sterne im Mittel weiter entfernt von uns stehen als in der entgegengesetzten, für die

$$A = 330° \qquad D = -30°$$

ist und daß dies tatsächlich der Fall ist, läßt sich, wie folgt nachweisen:

Ich ziehe zu diesem Nachweise wieder, wie schon oft, die Analogie der Sternbewegungen mit denen der kleinen Planeten heran. Wie sich aus den Entwicklungen in meiner III. Mitteilung (p. 316 ff.) ergibt, läßt sich auch auf diese die Airy'sche Methode der Apexbestimmung anwenden und führt da auf Zahlen, welche mit der hier kontrollierbaren Wahrheit in recht guter Übereinstimmung stehen. So folgt aus den schon in der erwähnten Abhandlung mitgeteilten Daten, die ich hier nur ganz kurz wiederhole, ohne auf nähere Details der Rechnung einzugehen:

Tabelle 7.

Bewegungsgrößen der kleinen Planeten für 1888, Jänner 7.—27.

	$\Delta\alpha$	$\Delta\delta$	lg ρ	$\Delta\rho$		$\Delta\alpha$	$\Delta\delta$	lg ρ	$\Delta\rho$
0^h	+ 28^m245	+ 169'42	0·43358	+ 821'9	12^h	+ 4^m794	— 20'41	0·35259	— 830'0
2	+ 17·406	+ 127·82	0·37412	+ 929·9	14	+ 16·891	— 65·26	0·44011	— 931·0
4	+ 0·250	— 1·93	0·34557	+ 818·1	16	+ 27·387	— 68·62	0·51462	— 791·7
6	— 12·411	— 2·67	0·23633	+ 471·4	18	+ 36·550	+ 10·87	0·54933	— 414·8
8	— 19·664	+ 51·00	0·25864	— 35·2	20	+ 36·183	+ 94·28	0·56723	— 28·4
10	— 11·195	+ 45·42	0·32747	— 495·8	22	+ 30·300	+ 165·37	0·55121	+ 505·5

α) zunächst aus den wahren Bewegungsgrößen $\rho \cos\delta\Delta\alpha$, $\rho\Delta\delta$ und $\Delta\rho$

$$A = 206°\ 49' \qquad D = -11°\ 8' \qquad lg \text{ wahr. Geschw.} = 3·0286$$

β) dagegen aus den scheinbaren Vektoren $\cos\delta\,\Delta\alpha$, $\Delta\delta$ und $\Delta\rho/\rho$

$$A = 207°\ 29' \qquad D = -11°\ 46' \qquad lg \text{ scheinb. Geschw.} = 2·5788$$

während die Ephemeride für die Stellung der Erde gegenüber der Sonne für das Datum 1888, Jänner 17

$$A = 205°\ 3' \qquad D = -10°\ 25'$$

gibt, außerdem noch aus dem Verhältnis der beiden Geschwindigkeiten die mittlere Distanz der Planeten von der Sonne zu $lg\,r = 0·4498$ resultiert, eine Zahl, die dem allgemein angenommenen Mittelwerte dieser Distanz recht gut entspricht.

Teilt man aber die 12 zur Verfügung stehenden Daten in zwei Gruppen, der Opposition und Konjunktion der Planeten, je nachdem die Bewegung in Rektaszension negativ oder positiv ist; vereinigt so die Zeiten 0^h, 2^h, 14^h, 16^h, 18^h, 20^h und 22^h in die erste Gruppe der Konjunktion die weiteren 4^h, 6^h, 8^h, 10^h und 12^h in die zweite der Opposition und wendet nunmehr an diese getrennt die Airy'sche Methode der Apexbestimmung an, so folgt:

1. Gruppe Konjunktion:

wahre Bewegungen..... $A = 206° 37'$ $D = -11° 45'$ lg wahre Geschw. $= 3 \cdot 1523$

scheinbare Bewegungen . $A = 208° 8'$ $D = -12° 29'$ lg scheinb. » $= 2 \cdot 6506$

woraus durch Division für die mittlere Distanz als zur Zeit der Konjunktion gültig, resultiert

$$lg\, r = 0 \cdot 5017$$

2. Gruppe: Opposition:

wahre Bewegungen..... $A = 204° 42'$ $D = -9° 42'$ lg wahre Geschw. $= 2 \cdot 7609$

scheinbare Bewegungen . $A = 206° 3'$ $D = -10° 10'$ lg scheinb. » $= 2 \cdot 4533$

mit dem daraus abzuleitenden Wert für die Distanz zur Zeit der Opposition

$$lg\, r = 0 \cdot 3076$$

welche beiden Zahlen klar die exzentrische Stellung der Erde gegenüber dem Kreise erkennen lassen, in dem sich die Planeten um die Sonne bewegen. Die Größe der Exzentrizität selbst bestimmt sich daraus zu

$$R = 1 \cdot 1442$$

gegenüber dem wahren Wert $R = 1$ als der mittleren Distanz der Erde von der Sonne.

13. Es lohnt nun eines Versuches, auch auf die Sterne diese Methode anzuwenden, namentlich da die Zusammenstellung der Beobachtungsergebnisse nach Charlier und Gyllenberg, wie sie in Tabelle 5, p. 32 [300] mitgeteilt wurde, dazu gleichsam auffordert, indem sie alle zur Durchführung der Rechnung nötigen Daten enthält.

Aus der natürlichen Gruppierung der Sterne, die aus deren Lagerung zur Milchstraße entsteht und vorher als Milchstraßen- und Nichtmilchstraßenteilung bezeichnet wurde, sonderte ich noch zwei Untergruppen ab, die eine mit nur negativer Bewegung in Rektaszension, gewissermaßen im Sinne der kleinen Planeten gesprochen als zum Baryzentrum in Opposition befindlich, die zweite mit positiver Bewegung in AR, als zu diesem in Konjunktion stehend und erhielt so die 4 in der Tabelle 5 angegebenen Gruppen, die mit I *a*, I *b*, II *a* und II *b* bezeichnet sind. Die getrennte Anwendung der Airy'schen Methode der Apexberechnung führte auf die folgenden Ergebnisse:

I. Milchstraßenzone mit positivem $\Delta\alpha$ (Gruppe I *a*):

a) aus den Radialbewegungen.... $A = 266° 13'$ $D = +21° 51'$ lg Geschw. $= 0 \cdot 6448$

b) » » cos $\delta\Delta\alpha$ und $\Delta\delta$ .... $A = 260° 20'$ $D = +34° 18'$ » $= 8 \cdot 6883$

Die Einheiten für die lg Geschw. in beiden Fällen sind so gewählt, daß ihre Division sofort die Parallaxe der Sterne in Bogensekunden gibt. Es wird

$$lg\, \pi = 8 \cdot 0435 \ldots \qquad \pi = 0''01105.$$

II. Nichtmilchstraßensterne mit negativem $\Delta\alpha$ (Gruppe II *a*):

a) aus den Radialbewegungen.... $A = 247° 42'$ $D = +28° 42'$ lg Geschw. $= 0 \cdot 6892$

b) » » cos $\delta\Delta\alpha$ und $\Delta\delta$ .... $A = 269° 42'$ $D = +29° 28'$ » $= 8 \cdot 7435$

woraus durch Division sich ergibt

$$lg\, \pi = 8 \cdot 0543 \ldots \qquad \pi = 0''01133,$$

ein Wert, der mit dem aus der Gruppe I *a* berechneten fast vollständig zusammenfällt und als Mittel aus beiden liefert

$$\pi_1 = 0''01119.$$

III. Milchstraßensterne mit negativem $\Delta\alpha$ (Gruppe I *b*):

a) aus den Radialbewegungen.... $A = 274° 14'$ $D = +40° 50'$ *lg* Geschw. $= 0{\cdot}5563$

b) » » $\cos\delta\Delta\alpha$ und $\Delta\delta$.... $A = 269° 30'$ $D = +31° 18'$ » $= 8{\cdot}7333$

mit $lg\,\pi = 8{\cdot}1770$ $\pi = 0''01503$

IV. Nichtmilchstraßensterne mit positivem $\Delta\alpha$ (Gruppe II *b*):

a) aus den Radialbewegungen.... $A = 281° 8'$ $D = +32° 15'$ *lg* Geschw. $= 0{\cdot}5894$

b) » » $\cos\delta\Delta\alpha$ und $\Delta\delta$.... $A = 273° 10'$ $D = +34° 42'$ » $= 8{\cdot}7122$

mit $lg\,\pi = 8{\cdot}1228$ $\pi = 0''01327$

wobei, wie man sieht, die beiden letzten Parallaxenwerte wieder recht gut übereinstimmen und als Mittelwert

$$\pi_2 = 0''01415$$

geben, der jedoch von dem aus den beiden ersten Gruppen abgeleiteten $\pi = 0''01119$ ein wenig abweicht.

Ist diese Abweichung nun reeller Natur oder doch nur ein Spiel des Zufalls? Sie wurde als reeller Natur angesehen; dann würde dies heißen, daß die Sterne der Gruppen I *a* und II *a*, deren mittlere Parallaxe $\pi = 0''01119$ ist, von der Sonne weiter entfernt stehen, als die der I *b* und II *b*, deren mittlere Parallaxe $\pi = 0''01415$ beträgt und daß die Exzentrizität des Sonnenortes gegenüber dem des Baryzentrums daraus nach der Relation

$$\frac{1}{\pi} = \frac{1}{\pi_1} - \frac{1}{\pi_2}$$

berechnet zu

$$\pi = 0''0535$$

folgt, eine Größe, die aussagt, daß die Entfernung der Sonne vom Mittelpunkte des Sternsystems einen Betrag erreicht, der etwa der mittleren Entfernung der Sterne von der Größe 2—3 gleichkommt. Nun sind die mittleren Koordinaten der einzelnen Sterngruppen

$$\left.\begin{array}{ll} \text{I}\,a.....A = 20° & D = +14° \\ \text{II}\,a.....A = 156° & D = +14° \end{array}\right\} \text{daraus im Mittel } A = 88° \quad D = +14°$$

$$\left.\begin{array}{ll} \text{I}\,b.....A = 200° & D = -14° \\ \text{II}\,b.....A = 336° & D = -14° \end{array}\right\} \quad » \quad » \quad » \quad A = 268° \quad D = -14°$$

Es liegen also, die Abweichung zwischen den beiden Parallaxenwerten stets als reell vorausgesetzt, die entfernteren Sterne in der Richtung

$$A = 88°... \qquad D = +14°$$

die näheren dagegen in der entgegengesetzten

$$A = 268°.. \qquad D = -14°$$

und beide Richtungen stimmen mit dem p. 36 [304] gefundenen Ergebnisse keineswegs schlecht überein. Nur die Exzentrizitäten selbst sind wesentlich verschieden. Nach dem früheren sollte sie $\frac{R}{r} = 0{\cdot}74\,..$ sein, während sie aus den vorliegenden Entwicklungen zu $0{\cdot}22...$ folgt.

Aber noch mehr! Man könnte immer noch an der Realität in der Divergenz der beiden Parallaxenwerte $\pi_1 = 0''01119$ und $\pi_2 = 0''01415$ festhaltend, sich versucht fühlen, die Analogie der

Sternbewegungen mit denen der kleinen Planeten noch einen Schritt weiter zu führen. Man weiß ja, daß die negative Rektaszensionsbewegung zur Zeit der Opposition und die positive während der Konjunktion eine Folge der wohl gleichsinnigen Geschwindigkeit beider, aber der langsameren der Planeten gegenüber der rascheren der Erde ist. Ebenso kann man versucht sein zu schließen, verhält es sich mit den beiden Milchstraßengruppen I *a* und I *b*. Die ersteren sind bei positiver Bewegung in Rektaszension von der Sonne weiter entfernt, stehen also mit ihr in bezug auf das Baryzentrum in Konjunktion, die zweiten dagegen zeigen ein negatives $\Delta\alpha$, sind der Sonne näher und daher mit ihr in Opposition. Daraus folgt, daß die Milchstraße und mit ihr die Sonne ein System von Sternen bilden, das vergleichbar ist mit dem Schwarm der kleinen Planeten und der Erde. Die Bewegungen der Sterne in diesem System sind gleichgerichtet, die Sterne in ihm laufen im Mittel langsamer als die Sonne und der Teil von ihnen, der als I *a* bezeichnet wurde, und dessen Grenzen in gallaktischer Länge zwischen 320° und 102° liegen, ist zur Sonne in Konjunktion, dagegen der Teil I *b*, dessen Grenzen innerhalb der gallaktischen Längen 140°—282° sich befinden, mit der Sonne in Opposition. Wesentlich anders verhält es sich mit den beiden Gruppen II *a* und II *b*, von denen die erstere nördlich von der Milchstraße zwischen den gallaktischen Längen 207°—131° liegt, die zweite südlich in den Längen 27°—311° sich befindet. Die erstere steht wegen des kleineren π mit der Sonne in Konjunktion, hat aber eine negative Bewegung in Rektaszension, bei der zweiten ist das Verhältnis gerade umgekehrt. Die Oppositionstellung bei größerem π ist mit einem $+\Delta\alpha$ verbunden. Es führt dies zu dem Bilde, als ob diese beiden Nichtmilchstraßengruppen die zwei Äste einer Spirale wären, die sich die eine aufwärts, die andere abwärts von der Milchstraße wegbewegen und in diesem Bilde läge die einfachste Veranschaulichung der durch diese Überlegungen konstatierten eigentümlichen Gesetzmäßigkeiten in den Bewegungen gerade dieser zwei Sterngruppen. Eine andere Möglichkeit ihrer Erklärung läge in der Anschauung, daß sie die Teile eines gegen die Milchstraße geneigt stehenden und sie durchdringenden Sternschwarmes sind, besonders wenn man noch die Annahme hinzufügt, daß der Schwarm in seinen beiden nördlich und südlich der Milchstraße gelegenen Teilen von kleinerem Durchmesser ist als die breitere Milchstraße selbst und wir beide dann von der Sonne aus als einem »äußeren« Punkt beobachten. Man käme so wieder auf die Zweischwarmhypothese zurück, wenn auch nicht zu verkennen ist, daß zwischen der älteren und der eben hier aufgestellten neuen ein wesentlicher Unterschied besteht.

IV. Zusammenfassung.

14. In Zusammenfassung der gewonnenen Resultate lassen sich folgende Leitsätze aufstellen:

1. Es wird auf Grundlage der neuen Hypothese, die die Gesetzmäßigkeiten in den Bewegungen der Sterne in Analogie mit den Bewegungen der kleinen Planeten auf die einfache Annahme einer exzentrischen Stellung der Sonne im System der Fixsterne zurückzuführen versucht, die Verteilungsfunktion für die Zahl der Sterne mit bestimmten Positionswinkeln ihrer Eigenbewegung in der doppelten Form:

$$dN = Ce^{-h^2(u^2+v^2)}\,du\,dv.F \qquad dN = Ce^{-h^2(u^2+v^2)}\,du\,dv:F$$

aufgestellt, in der der erste Faktor $Ce^{-h^2(u^2+v^2)}$ aussagt, daß die Bewegungen im System nur dem Maxwell'schen Zufallsgesetze gehorchen, der zweite F, beziehungsweise $1:F$ die Transformation angibt, die zum Übergange vom Schwerpunkte auf den exzentrischen Sonnenort führt. Die durch diese neue Verteilungsfunktion erzielte Darstellung der Sternzahlen ist, was die Durchschnittsfehler anlangt, äquivalent jenen, die sowohl die Zweischwarmhypothese, für die

$$dN = C_1 e^{-h^2(u_1^2+v_1^2)}\,du_1\,dv_1 + C_2 e^{-h^2(u_2^2+v_2^2}\,du_2\,dv_2$$

ist, wie die ellipsoidale, nach der

$$dN = Ce^{-h^2(a^2u^2+b^2v^2+c^2w^2)}\,du\,dv\,dw$$

zu setzen wäre, erlangen.

2. Aus dem ersten Faktor der neuen Verteilungsfunktion folgt der Apex der Sonnenbewegung zu

$$A = 260°\ 12' \qquad D = +47°\ 19'$$

aus dem zweiten Faktor dagegen, in Übereinstimmung, ob er multiplikativ oder divisiv, aber dann um 90° gedreht verwendet wird, für die heliozentrische Richtung nach dem Baryzentrum

$$A = 197°\ 32' \qquad D = +23°\ 40'$$

ein Wert, welcher als mit dem Pol der Milchstraße zusammenfallend angesehen werden kann.

3. Es wird ferner im Anschluß an die Entwicklung in meinen ersten Abhandlungen eine neue Bestimmung der Bahnebene der Sonne versucht, und aus ihr in Verbindung mit der Theorie des Ellipsoids, auf das die Bessel-Kobold'sche Methode der Apexberechnung führt, die heliozentrische Richtung nach dem Baryzentrum zu

$$A = 159°\ 24' \qquad D = +29°\ 29'$$

gefunden. Sie weicht von der Richtung nach dem Pol der Milchstraße recht bedeutend ab und in dieser Abweichung sagt sie aus, daß die Bahnebene der Sonne und mit ihr auch die der Sterne nicht mit der Milchstraße identisch sind. Projiziert man nun diese Richtung auf die Milchstraße, so folgt eine neue, die mit

$$A = 275°\ 57' \qquad D = -9°\ 28'$$

als mit der Richtung nach dem Vertex der Sternbewegungen zusammenfallend anzusehen ist. Damit scheint mir der Nachweis erbracht zu sein, daß in den Eigenbewegungen der Sterne dem Vertex keine reale Bedeutung zukommt, sondern er uns nur vorgetäuscht wird, einerseits durch die exzentrische Stellung der Sonne innerhalb der Fixsterne, andrerseits durch die Tatsache, daß die Bahnen der Sterne nicht in der Milchstraße liegen; er ist nichts anderes als die Projektion der in der Bahnebene liegenden Zentrumsrichtung nach dem Schwerpunkt des Sternsystems auf die Milchstraße und entspringt dem Umstand, daß ein wesentlicher Unterschied besteht zwischen jenen Apexberechnungen, die sich auf die rein dynamischen Größen der Eigenbewegungen, $\Delta\alpha$ und $\Delta\delta$, sowie der Radialbewegungen $\Delta\rho$ stützen und das ist die Airy'sche und Bessel-Kobold'sche Methode, und jenen, die sich auf mehr statistische Größen, wie Sternzählungen von bestimmter Richtung ihrer Eigenbewegung gründen. Beide führen auf den gleichen Apex, die ersteren aber außerdem auf die wahren Bahnebenen der Sterne und die heliozentrische Richtung nach dem Baryzentrum, die zweiten dagegen auf die Milchstraße als die Ebene der größten Sternfülle und eine dritte Richtung, den Vertex, als die Projektion der Zentrumsrichtung auf die Milchstraße.

Nur ein zunächst noch unlösbarer Widerspruch tritt hier auf. Die Entwicklung gibt nämlich statt einer einzigen Bahnebene deren zwei, eine gültig für die Milchstraßensterne allein und die zweite für jene, die nördlich und südlich von der Milchstraße liegen, gleichsam so, als ob doch eine Teilung des Himmels in zwei Sternschwärme bestünde, von denen der eine die Milchstraße erfüllt, der zweite von Nord nach Süd sie durchschneidet.

4. Endlich wird noch eine Erweiterung der Airy'schen Methode der Apexbestimmung vorgenommen auf Grundlage einer Trennung der Sterne mit positiver und negativer Bewegung in Rektaszension. Sie wird an einem der geozentrischen Bewegung der kleinen Planeten entnommenen Beispiel geprüft und führt da mit dem Hinweise darauf, daß ein positives $\Delta\alpha$ mit deren Konjunktions-, ein negatives dagegen mit deren Oppositionsstellung zusammenfällt, auf einen Wert für die Exzentrizität des Erdortes gegenüber der Sonne in dem von den Planeten um sie beschriebenen Kreis, der nur um 10% von der Wahrheit

abweicht. Ganz analog verhält es sich mit der ersten Gruppe der Sterne, die in der Milchstraße liegen. Jene, die eine positive Bewegung in Rektaszension haben, stehen zur Sonne in Konjunktion und sind von ihr weiter entfernt, die anderen mit ihrem negativen $\Delta\alpha$, in Opposition, sind ihr näher und die Rechnung ergibt für die Parallaxe der Sonne gegenüber dem Schwerpunkt des Sternsystems den Wert

$$\pi = 0''05$$

der auf die mittlere Distanz der Sterne von der 2.—3. Größe hinweist. Ein entgegengesetztes Verhalten zeigen die Nichtmilchstraßensterne. Die nördlichen haben eine negative Bewegung in Rektaszension, sind trotzdem von der Sonne weiter entfernt, mit ihr also scheinbar in Konjunktion, die südlichen mit einem positiven $\Delta\alpha$, der Sonne näher und mit ihr in Opposition. Beides Tatsachen, die die Zweispaltung des ganzen Fixsternhimmels, die durch die Existenz zweier Bahnebenen gefordert wird, auch in dieser neuen Richtung zu bestätigen scheinen und zu dem Bilde führen, als ob wir es in der Milchstraße mit einem Schwarm von Sternen zu tun hätten, das ganz analog ist dem Schwarm der kleinen Planeten, in dem also alle Bewegungen gleichsinnig stattfinden, die Sonne in ihm eine exzentrische Stellung innehat und, weil sie dem Zentrum des Schwarmes näher steht, eine raschere Bewegung besitzt als die anderen Sterne, von dem aber weiter zwei Äste als die zwei die Nichtmilchstraßensterne bildenden Gruppen in nördlicher und südlicher Richtung ausstrahlen.

STATISTISCHE UNTERSUCHUNGEN ÜBER DIE BEWEGUNG DER KLEINEN PLANETEN

VON

S. OPPENHEIM

WIEN

MIT 3 TEXTFIGUREN

VORGELEGT IN DER SITZUNG AM 20. MÄRZ 1919

Zur Erklärung der eigentümlichen Gesetzmäßigkeiten in den Eigenbewegungen der Fixsterne, die die neueste Zeit namentlich seit den fundamentalen Untersuchungen Kobold's in Kiel und Kapteyn's in Gröningen erkennen ließ, sind zunächst drei verschiedene Hypothesen aufgestellt worden. Die erste löst das ganze Heer der Fixsterne in zwei oder vielleicht mehrere Teilschwärme auf, die einzeln und vollständig unabhängig voneinander ihre parallelen Bahnen am Himmel beschreiben. Die zweite setzt an Stelle der kugelförmigen Verteilung der Geschwindigkeitsvektoren deren ellipsoidische voraus und nimmt dann an, daß die Hauptachsen dieses Ellipsoides die ausgezeichneten Richtungen vorstellen, die die Sterne in ihren Bewegungen bevorzugen. Gegen die erste Hypothese erhob man den Einwand, daß sie die Vorstellung von der Einheitlichkeit des ganzen Fixsternsystems, die durch die Erscheinung der Milchstraße so wohlbegründet sei, preisgebe. Die zweite wiederum läßt keine einfache physikalische Deutung zu, wenn man nicht dem Raume an sich ein krystallinisches Gefüge zuschreiben will, das die Ursache der Verschiedenheit der Geschwindigkeitsvektoren nach verschiedenen Richtungen sein soll.

Die dritte Hypothese endlich knüpft an eine Analogie an, die zwischen den Bewegungen der Fixsterne und der kleinen Planeten, wie sie von der Erde aus beobachtet werden, besteht. Sie will nachweisen, daß die in den Spezialbewegungen der Fixsterne konstatierten Gesetzmäßigkeiten den gleichen systematischen Charakter zeigen wie jene, die sich im geozentrischen Laufe des Schwarmes kleiner Planeten vorfinden, die, wie bekannt, zwischen Jupiter und Mars ihre elliptischen Bahnen um die Sonne beschreiben. Ebensowenig wie dieses System in einzelne Teilgruppen zerfällt, wie es in ihm Heerstraßen gibt, auf denen diese Teilschwärme einherziehen, ebensowenig gibt es auch im System der Fixsterne einzelne Sternzüge und von ihnen bevorzugte Bahnen. Vielmehr treten diese nur scheinbar auf und sind dadurch bedingt, daß wir die Bewegung der Fixsterne nicht von ihrem Zentrum aus, um das sie stattfinden, sondern von einem exzentrisch liegenden Standpunkte aus beobachten.

Zur mathematischen Durchführung dieser neuen Hypothese war es erforderlich, die Bewegungen in dem Schwarme der kleinen Planeten nach gleichen statistischen Grundsätzen zu bearbeiten, die man bisher für die der Fixsterne anwandte. Die Untersuchung lieferte auch eine Reihe merkwürdiger Gesetzmäßigkeiten und Beziehungen zwischen den statistisch gefundenen Mittelwerten der geozentrischen Koordinaten der Planeten und ihren Geschwindigkeiten. Viele von ihnen wurden schon früher im direkten Anschluß an meine Untersuchungen über die Eigenbewegungen der Fixsterne veröffentlicht. Doch schien es mir wertvoll, sie nochmals und in ununterbrochener Darstellung zu entwickeln und die damit sich ergebende Gelegenheit auch dazu zu benützen, sie weiter auszuführen. Es entstand so eine Art »statistischer Mechanik der Bewegungen im System der kleinen Planeten«, die über die Analogie mit den Bewegungen der Fixsterne hinaus und ohne Nutzanwendung auf diese Anspruch auf ein allgemeines und bleibendes Interesse besitzt.

Dies der Zweck der vorliegenden Mitteilung. Ihre Verwertung für die Theorie der Eigenbewegung der Fixsterne wird nicht ausbleiben.

1. Grundlagen der Rechnung.

Das Berliner astronomische Jahrbuch über das Jahr 1890 veröffentlicht als letztes noch die Jahresephemeriden über den geozentrischen Lauf der kleinen Planeten. Diesem Jahrbuch entnahm ich für die nachstehenden zwei Epochen:

1. 1888 Jänner 17 aus dem 20 tägigen Intervall Jänner 7—27
2. 1888 Mai 16 » » » » Mai 6—26

für jeden einzelnen der 265 Planeten die Größen:

$\Delta\alpha$ das ist die Differenz der Rektaszension
$\Delta\delta$ » » » » » Deklination
$\Delta \log \rho$ » » » » des Logarithmus der geozentrischen Distanz ρ

ferner δ und $\log \rho$ selbst, das ist Deklination und den Logarithmus der Distanz ρ, teilte die erhaltenen Werte in 12 Gruppen, die je zwei Rektaszensionsstunden umfassen und zog aus ihnen die Mittelwerte. Es ergaben sich so die folgenden Zahlenwerte:

AR.	Zahl der Planeten	$\Delta\alpha$	$\Delta\delta$	$\Delta \log \rho$	δ	$\log \rho$
		I. 1888 Jänner 7.—27.				
0^h	31	+ 28^m245	+ $169'42$	+ 0·03826	+ 0°23'4	0·43358
2	17	+ 17·406	+ 127·82	+ 0·04964	+ 7 6·1	0·37412
4	14	+ 0·250	— 1·93	+ 0·04664	+ 19 42·0	0·34557
6	9	— 12·411	— 2·67	+ 0·03456	+ 24 25·2	0·23633
8	11	— 19·664	+ 51·00	— 0·00245	+ 21 25·8	0·25864
10	19	— 11·195	+ 45·42	— 0·02947	+ 7 52·5	0·32747
12	32	+ 4·794	— 20·41	— 0·04656	— 0 36·9	0·35259
14	35	+ 16·891	— 65·26	— 0·04269	— 8 52·7	0·44011
16	24	+ 27·387	— 68·62	— 0·03058	— 17 3·0	0·51462
18	24	+ 36·550	+ 10·87	— 0·01479	— 22 25·3	0·54933
20	30	+ 36·183	+ 94·28	— 0·00097	— 20 10·0	0·56723
22	19	+ 30·300	+ 165·37	+ 0·01795	— 11 2·5	0·55121

AR.	Zahl der Planeten	$\Delta\alpha$	$\Delta\delta$	$\Delta \log \rho$	δ	$\log \rho$
			II. 1888 Mai 6.—26.			
0h	25	+ 27m808	+ 183'16	— 0·02864	+ 0°42'6	0·46260
2	17	+ 31·365	+ 169·94	— 0·01235	+ 12 19·0	0·56388
4	32	+ 37·272	+ 104·91	+ 0·00562	+ 18 56·3	0·55014
6	23	+ 34·439	+ 11·39	+ 0·01874	+ 22 50·0	0·55674
8	20	+ 27·275	— 88·10	+ 0·03515	+ 21 47·8	0·48510
10	27	+ 13·267	— 67·08	+ 0·04256	+ 11 30·7	0·43093
12	34	— 0·024	— 12·47	+ 0·04356	— 2 51·1	0·33609
14	23	— 12·991	+ 48·39	+ 0·02283	— 9 22·4	0·29674
16	16	— 17·706	+ 48·37	— 0·00625	— 14 51·9	0·27012
18	9	— 12·200	— 10·56	— 0·02833	— 21 20·0	0·31478
20	12	+ 5·017	+ 26·58	— 0·04583	— 19 24·5	0·35358
22	27	+ 18·456	+ 107.41	— 0·04278	— 11 16·8	0·41563

2. Bestimmungen der mittleren Bahnebene.

Es seien x, y und z die heliozentrischen Koordinaten eines Planeten, ξ, η und ζ seine geozentrischen und X, Y, Z die heliozentrischen Koordinaten der Erde, bezogen auf eine beliebige Fundamentalebene, dann gelten die Gleichungen

$$\xi = x - X \qquad \eta = y - Y \qquad \zeta = z - Z.$$

Sind ferner Ω und i, Knoten und Neigung der Ekliptik, als der Bahnebene der Erde gegen die angenommene Fundamentalebene und

$$l = \sin i \sin \Omega \qquad m = -\sin i \cos \Omega \qquad n = \cos i$$

ihre Richtungscosinus, so gilt die Beziehung

$$l X + m Y + n Z = 0,$$

die aussagt, daß die Koordinaten X, Y und Z die Gleichung einer Ebene erfüllen. Aus ihr folgt durch Differenzbildung nach der Zeit

$$l \Delta X + m \Delta Y + n \Delta Z = 0.$$

In gleicher Art erfüllen natürlich auch die Koordinaten x, y und z die Gleichung einer Ebene. Aber im allgemeinen werden die Richtungscosinus derselben für die einzelnen Planeten verschiedene Werte haben, die für Ω alle Werte zwischen 0°—360° durchlaufen, für i zwischen 0° und etwa 35° eingeschlossen sind. Nimmt man aber in geeigneter Weise Mittelwerte der x, y und z, so kann man annehmen, daß sich in ihnen der Einfluß der Spezialwerte der Ω und i aufhebt und nur die besonderen der Erdbahn entsprechenden Werte übrigbleiben. Es sagt dann diese Behauptung nichts anderes aus, als daß der Schwarm der kleinen Planeten sich im Mittel in einer Ebene bewegt, die mit der Ekliptik zusammenfällt oder daß die einzelnen Bahnebenen der Planeten sich symmetrisch um die Ekliptik gruppieren. Macht man diese Annahme, dann genügen die Größen x, y und z, unter ihnen nunmehr nicht die heliozentrischen Koordinaten eines Planeten als viel mehr Mittelwerte einer bestimmten Anzahl von ihnen verstanden, den Gleichungen

$$l x + m y + n z = 0$$
$$l \Delta x + m \Delta y + n \Delta z = 0$$

und ist dies der Fall, so hat man sofort auch die analogen Relationen für die geozentrischen Koordinaten und ihre Differenzen

$$l\xi + m\eta + n\zeta = 0$$
$$l\Delta\xi + m\Delta\eta + n\Delta\zeta = 0,$$

aus denen in Verbindung mit

$$l^2 + m^2 + n^2 = 1,$$

die Unbekannten l, m und n berechnet werden können.

Man erhält, wenn man die Determinante

$$\begin{vmatrix} 1 & 1 & 1 \\ \xi & \eta & \zeta \\ \Delta\xi & \Delta\eta & \Delta\zeta \end{vmatrix} = D$$

setzt

$$l = (\eta\,\Delta\zeta - \zeta\,\Delta\eta) : D \qquad m = (\zeta\,\Delta\xi - \xi\,\Delta\zeta) : D \qquad n = (\xi\,\Delta\eta - \eta\,\Delta\xi) : D,$$

worin, mit Rücksicht auf die Relation $l^2 + m^2 + n^2 = 1$, für D zu setzen ist

$$D = [(\xi^2 + \eta^2 + \zeta^2)(\Delta\xi^2 + \Delta\eta^2 + \Delta\zeta^2) - (\xi\,\Delta\xi + \eta\,\Delta\eta + \zeta\,\Delta\zeta)]^{1/2}.$$

Zur tatsächlichen Berechnung der l, m und n aus den oben angesetzten Daten führt ein doppelter Weg. Man berechne sich die rechtwinkeligen Koordinaten ξ, η und ζ, und ebenso die Geschwindigkeitskomponenten $\Delta\xi$, $\Delta\eta$ und $\Delta\zeta$ nach den Formeln

$$\xi = \rho\cos\alpha\cos\delta \qquad \eta = \rho\sin\alpha\cos\delta \qquad \zeta = \rho\sin\delta$$
$$\Delta\xi = \Delta\rho\cos\alpha\cos\delta - \rho\Delta\alpha\cos\delta\sin\alpha - \rho\Delta\delta\sin\delta\cos\alpha$$
$$\Delta\eta = \Delta\rho\sin\alpha\cos\delta + \rho\Delta\alpha\cos\delta\cos\alpha - \rho\Delta\delta\sin\delta\sin\alpha$$
$$\Delta\zeta = \Delta\rho\sin\delta + \rho\Delta\delta\cos\delta$$

oder in kürzerer Schreibweise

$$\Delta\xi = \rho\Delta\alpha\cos\delta\,\gamma_{11} + \rho\Delta\delta\,\gamma_{12} + \Delta\rho\,\gamma_{13} \qquad \dot{\xi} = \rho\,\gamma_{13}$$
$$\Delta\eta = \rho\Delta\alpha\cos\delta\,\gamma_{21} + \rho\Delta\delta\,\gamma_{22} + \Delta\rho\,\gamma_{23} \qquad \eta = \rho\,\gamma_{23}$$
$$\Delta\zeta = \rho\Delta\delta\,\gamma_{32} + \Delta\rho\,\gamma_{33} \qquad \zeta = \rho\,\gamma_{33},$$

wobei, wenn

$$\rho^2 = \xi^2 + \eta^2 + \zeta^2$$
$$\Delta\xi^2 + \Delta\eta^2 + \Delta\zeta^2 = g^2 = \rho^2\Delta\alpha^2\cos^2\delta + \rho^2\Delta\delta^2 + \Delta\rho^2$$

gesetzt wird, für

$$D = \sqrt{\rho^2 g^2 - \rho^2\Delta\rho^2} = \rho\sqrt{\cos^2\delta\,\Delta\alpha^2 + \Delta\delta^2}$$

folgt. Oder aber man führe von vorneherein Polarkoordinaten ein und erhält ohne Berechnung von D

$$\frac{l}{n} = \operatorname{tg} i \sin\Omega = \frac{\eta\,\Delta\zeta - \zeta\,\Delta\eta}{\xi\,\Delta\eta - \eta\,\Delta\xi} = \frac{\sin\alpha\,\Delta\delta - \cos\alpha\sin\delta\cos\delta\,\Delta\alpha}{\cos\delta\,\Delta\alpha}$$

$$\frac{m}{n} = \operatorname{tg} i\cos\Omega = \frac{\zeta\,\Delta\xi - \xi\,\Delta\zeta}{\zeta\,\Delta\eta - \eta\,\Delta\xi} = \frac{\cos\alpha\,\Delta\delta + \sin\alpha\sin\delta\cos\delta\,\Delta\alpha}{\cos\delta\,\Delta\alpha},$$

woraus, wenn man in passender Weise mit sin α und cos α multipliziert und die erhaltenen Produkte addiert und subtrahiert, die einfachen Formeln

$$\operatorname{tg} i \sin(\alpha - \Omega) = \operatorname{tg} \delta$$

$$\operatorname{tg} i \cos(\alpha - \Omega) = \Delta\delta / \cos^2 \delta \Delta\alpha$$

folgen, wobei die Vorzeichen für sin und cos so zu wählen sind, daß i stets im ersten Quadranten liegt.

Die Rechnung selbst ergab folgende Einzelresultate:

AR.	log ξ	log η	log ζ	$\Delta\xi$	$\Delta\eta$	$\Delta\zeta$	D
			I. 1888 Jänner 7.—27.				
0^h	0·4336	—	—	+ 821'9	+ 1149'7	+ 459'8	+ 1238'3
2	0·3029	0·0643	9·6730	+ 434·2	+ 949·8	+ 481·4	+ 677·9
4	0·0171	0·2556	9·8830	+ 378·1	+ 670·3	+ 278·0	+ 8·9
6	—	0·1989	9·8362	+ 294·2	+ 434·2	+ 183·4	— 294·3
8	9_n9302	0·1687	9·7960	+ 467·4	+ 194·9	+ 74·7	— 510·7
10	0_n2562	0·0177	9·6263	+ 612·4	+ 50·3	— 4·1	— 362·9
12	0_n3526	—	—	+ 830·0	— 161·9	— 46·0	+ 168·4
14	0_n3688	0_n1303	9_n7389	+ 1163·0	— 118·4	+ 9·1	+ 707·3
16	0_n1861	0_n4247	0_n0520	+ 1502·1	+ 79·9	+ 62·2	+ 1281·1
18	—	0_n5119	0_n1492	+ 1781·6	+ 365·1	+ 201·4	+ 1782·3
20	0·2387	0_n4773	0_n1046	+ 1675·2	+ 859·6	+ 336·4	+ 1912·8
22	0·4800	0_n2414	9_n8500	+ 1322·8	+ 1065·9	+ 476·0	+ 1690·5
			II. 1888 Mai 6.—26.				
0^h	9·4626	—	—	— 657'8	+ 1210'2	+ 531'4	+ 1321'7
2	0·4926	0·2541	9·8627	— 1255·8	+ 1225·3	+ 538·8	+ 1800·1
4	0·2207	0·4602	0·0876	— 1603·3	+ 948·6	+ 404·0	+ 1899·7
6	—	0·5193	0·1566	— 1707·8	+ 474·4	+ 250·4	+ 1708·3
8	0_n1566	0·3952	0·0225	— 1461·7	+ 184·7	+ 40·3	+ 1204·0
10	0^n3597	0·1211	9·7298	— 1071·4	— 2·6	+ 3·5	+ 567·5
12	0_n3361	—	—	— 747·6	+ 0·8	— 27·0	— 270·5
14	0_n2255	9_n9869	9_n5956	— 509·3	+ 142·6	+ 22·7	— 390·1
16	9_n9416	0_n1802	9_n8075	— 374·4	+ 280·2	+ 116·3	— 473·0
18	—	0_n2773	9_n9146	— 346·6	+ 433·4	+ 164·2	— 347·3
20	0·0251	0_n2637	9_n8910	— 235·9	+ 728·5	+ 338·5	+ 170·4
22	0·3444	0_n1058	9_n7148	— 346·9	+ 1016·1	+ 449·5	+ 759·8

Die hier auftretende Größe D, die Determinante der ξ und $\Delta\xi$, ist, wenn man statt des Äquators als Fundamentalebene und statt der Größen α und δ in Bezug auf sie, die Ekliptik als solche und die ihr entsprechenden Größen λ und β einführt, identisch mit

$$D = \rho \sqrt{\cos^2 \delta \Delta\alpha^2 + \Delta\delta^2} = \rho \cos \beta \Delta\lambda = \rho \Delta\lambda$$

wegen $\beta = 0$. Das Vorzeichen von D wurde daher so gewählt, daß es dem von cos δ $\Delta\alpha$ gleich ist.

Aus den angegebenen Zahlen berechnete ich:

AR.	l	m	n	Ω	i
			I. 1888 Jänner 7.—27.		
0^h	7_n8006	9_n5697	9·9678	359° 2′	21°48′
2	9·0976	9_n6421	9·9494	375 56	27 8
4	—	—	—	(249 16)	(41 24)
6	8·1945	9_n6163	9·9592	362 10	24 26
8	8·3316	9_n6047	9·9615	363 3	23 46
10	8_n2364	9_n4686	9·9803	356 39	17 8
12	8_n0139	9_n4363	9·9832	357 50	15 51
14	7_n4976	9_n4672	9·9805	359 23	17 3
16	7·6667	9_n5266	9·9740	360 47	19 39
18	8_n3313	9_n5813	9·9658	356 47	22 27
20	8·0757	9_n5841	9·9654	361 47	22 35
22	8_n2626	9_n5920	9·9639	357 19	23 2
			II. 1888 Mai 6.—26.		
0^h	8_n0549	9_n6043	9·9617	358°23′	23°43′
2	6·0662	9_n6025	9·9621	360 1	23 36
4	7·9710	9_n5717	9·9675	361 26	21 54
6	8·3787	9_n5888	9·9644	363 32	22 52
8	8_n1693	9_n6288	9·9566	358 0	25 12
10	7_n6434	9_n5691	9·9679	360 41	21 46
12	—	—	—	(177 57)	(88 21)
14	8_n1593	9_n4538	9·9817	357 6	16 32
16	8·5355	9_n4926	9·9776	366 18	18 14
18	7_n7911	9_n5600	9·9684	350 20	21 37
20	9_n1706	9_n6482	9·9461	341 34	27 58
22	8_n4136	9_n6124	9·9599	356 12	24 14

Bis auf die der Rektaszension 4^h für die erste und die von 12^h für die zweite Gruppe entsprechenden Werte von Ω und i weisen die Zahlen in den zwei letzten Kolonnen eine fast überraschende Übereinstimmung auf.

Sie geben als Mittel

I. aus 1888 Jänner 7.—27..... $\Omega = 360° 58'$ $i = 21° 21'$

II. „ 1888 Mai 6.—26..... $\Omega = 357° 40'$ $i = 22° 33'$

gegenüber den richtigen Werten $\Omega = 360°$ $i = 23° 27'$. Die bei $\alpha = 4^h$ in Gruppe I. und $\alpha = 12^h$ in Gruppe II. auftretenden größeren Differenzen erklären sich aus dem Umstande, daß hier beide die Grundlage der Rechnung bildenden Werte, nämlich $\Delta\alpha$ und $\Delta\delta$ sehr klein wird und daher der Quotient $\operatorname{tg} i \cos \Omega = \Delta\delta / \cos^2 \delta \, \Delta\alpha$ fast in der Form 0/0 erscheint.

3. Bestimmung des Apex der Erdbewegung.

Nach der Methode von Airy hat man in der Ausdrucksweise der Stellarastronomie $\Delta\xi$, $\Delta\eta$ und $\Delta\zeta$ gewissermaßen als die von der Erde aus beobachteten Eigenbewegungen der Planeten, die Größen Δx, Δy und Δz als deren Spezialbewegungen und ΔX, ΔY ΔZ als die Komponenten der Eigenbewegung der Erde aufzufassen. Indem man die Gleichungen

$$\Delta\xi = \Delta x - \Delta X \qquad \Delta\eta = \Delta y - \Delta Y \qquad \Delta\zeta - \Delta z - \Delta Z$$

über eine größere Zahl von Planeten ermittelt und annimmt, daß sich in diesen Mittelwerten die Δx, Δy und Δz aufheben, erhält man

$$\frac{1}{n}\Sigma\Delta\xi = -\Delta X \qquad \frac{1}{n}\Sigma\Delta\eta = -\Delta Y \qquad \frac{1}{n}\Sigma\Delta\zeta = -\Delta Z$$

als Ausdruck der Airy'schen Methode zur Bestimmung des Apex der Erdbewegung in rechtwinkeligen Koordinaten. Bei Einführung von Polarkoordinaten sind die Gleichungen zu ersetzen durch

$$\frac{1}{n}\Sigma\rho\cos\delta\Delta\alpha = -\Delta X\gamma_{11} - \Delta Y\gamma_{21}$$

$$\frac{1}{n}\Sigma\rho\Delta\delta = -\Delta X\gamma_{12} - \Delta Y\gamma_{22} - \Delta Z\gamma_{32}$$

$$\frac{1}{n}\Sigma\Delta\rho = -\Delta X\gamma_{13} - \Delta Y\gamma_{23} - \Delta Z\gamma_{33}$$

aus denen, aus jeder einzelnen von ihnen, oder aus den $\Delta\alpha$ und $\Delta\delta$ allein, oder aus allen dreien zusammen, die ΔX, ΔY und ΔZ nach der Methode der kleinsten Quadrate bestimmt werden können. Damit ergeben sich verschiedene Werte für die Unbekannten, deren Übereinstimmung ein Mittel an die Hand gibt, die Genauigkeit der erzielten Resultate oder der zu ihrer Berechnung angewandten Methoden zu prüfen. Außerdem kann man selbst diese Zahl noch dadurch verdoppeln, daß man die Rechnungen durchführt, einmal mit Einbeziehung von ρ, das heißt mit den Größen $\rho\Delta\alpha\cos\delta$, $\rho\Delta\delta$ und $\Delta\rho$ oder ohne ihre Berücksichtigung, das heißt nur mit $\cos\delta\Delta\alpha$, $\Delta\delta$ und $\Delta\rho/\rho$ und analog mit $\Delta\xi/\rho$, $\Delta\eta/\rho$ und $\Delta\zeta/\rho$.

Bezeichnet man die mittlere Geschwindigkeit der Erde in ihrer Bahn mit G, die Koordinaten ihrer Bewegungsrichtung, die Rektaszension und Deklination des Apex mit A und D, endlich mit R die mittlere Distanz der Erde von der Sonne und r die der Planeten, so hat man im ersten Falle

$$\Delta X_1 = rG\cos D\cos A \qquad \Delta Y_1 = rG\cos D\sin A \qquad \Delta Z_1 = rG\sin D$$

im zweiten Falle dagegen

$$\Delta X_2 = G\cos D\cos A \qquad \Delta Y_2 = G\cos D\sin A \qquad \Delta Z_2 = G\sin D$$

zu setzen und damit ist die Möglichkeit gegeben, aus ihnen nicht bloß G, A und D, sondern auch r zu berechnen.

Man erhält vorerst die spezielle Gruppe der $\rho\cos\delta\Delta\alpha$, $\rho\Delta\delta$ und $\Delta\rho$ vornehmend, aus den einzelnen Teilen die Normalgleichungen:

a) aus $\rho\cos\delta\Delta\alpha$:

	I. 1888 Jänner 7.—27.	II. 1888. Mai 6.—26.
$-6\Delta X$	$= +6230'0$	$-5897'3$
$-6\Delta Y$	$= +3159\cdot7$	$+3803\cdot7$

b) aus $\rho\Delta\delta$:

$$\begin{aligned} -0{\cdot}2380\,\Delta X &= +\ 212'2 \quad -\ 222'5 \\ -0{\cdot}7135\,\Delta Y + 2{\cdot}2430\,\Delta Z &= -\ 157{\cdot}3 \quad -\ 164{\cdot}2 \\ +2{\cdot}2430\,\Delta Y - 11{\cdot}0488\,\Delta Z &= +\ 1435{\cdot}3 \quad +\ 1560{\cdot}5; \end{aligned}$$

c) aus $\Delta\rho$:

$$\begin{aligned} -5{\cdot}7620\,\Delta X &= +\ 4839'5 \quad -4198'7 \\ -5{\cdot}2865\,\Delta Y - 2{\cdot}2430\,\Delta Z &= +\ 2536{\cdot}9 \quad +3001{\cdot}8 \\ -2{\cdot}2430\,\Delta Y - 0{\cdot}9512\,\Delta Z &= +\ 1076{\cdot}2 \quad +1272{\cdot}2 \end{aligned}$$

und aus ihnen nach Addition der Gleichungen für $\rho\cos\delta\,\Delta\alpha$ und $\rho\,\Delta\delta$ als erstes und nach Addition aller drei zusammen oder, was dasselbe ist, aus den $\Delta\xi$, $\Delta\eta$ und $\Delta\zeta$ als zweites Ergebnis:

I. 1888 Jänner 7—27.		II. 1888 Mai 6—26.	
$A_1 = 206^\circ\ 59'$	$A_2 = 206^\circ\ 9'$	$A_1 = 327^\circ\ 12'$	$A_2 = 327^\circ\ 14'$
$D_1 = -11\ \ 32'$	$D_2 = -11\ \ 18$	$D_1 = -12\ \ 59$	$D_2 = -13\ \ 2$
$\lg(rG) = 3{\cdot}0731$	$\lg(rG) = 3{\cdot}0286$	$\lg(rG) = 3{\cdot}0784$	$\lg(rG) = 3{\cdot}0210$

Beide stimmen miteinander recht gut überein und ebenso auch mit den dem Berliner Jahrbuch für die Zeiten 1888 Jänner 17 und Mai 16 direkt zu entnehmenden Werten:

I. $A = 205^\circ\ 3'$	II. $A = 327^\circ\ 17'$
$D = -10\ \ 25$	$D = -13\ \ 12'$

Für die zweite Gruppe, in die die bloßen scheinbaren Bewegungen $\cos\delta\,\Delta\alpha$, $\Delta\delta$ und $\Delta\rho/\rho$ in die Rechnung einbezogen werden, ändern sich nur die rechten Seiten der Gleichungen.

Sie werden:

a) aus $\cos\delta\,\Delta\alpha$:

I. 1888 Jänner 7.—27.	II. 1888 Mai 6.—26.
$= +1986'7$	$-1873'7$
$= +1088{\cdot}5$	$+\ 1274{\cdot}7$

b) aus $\Delta\delta$:

$= +\ \ 62{\cdot}7$	$-\ \ 67{\cdot}7$
$= -\ \ 52{\cdot}8$	$-\ \ 53{\cdot}4$
$= +\ 494{\cdot}6$	$+\ 511{\cdot}0$

c) aus $\Delta\rho/\rho$:

$= +1902{\cdot}5$	$-1637{\cdot}9$
$= +1019{\cdot}8$	$+1133{\cdot}9$
$= +\ 432{\cdot}9$	$+\ 480{\cdot}6$

und geben für die unbekannten A, D und $\lg G$ die Wertepaare

I. 1888 Jänner 7.—27.		II. 1888 Mai 6.—26.	
$A_1 = 208^\circ\ 55'$	$A_2 = 207^\circ\ 29'$	$A_1 = 325^\circ\ 47'$	$A_2 = 326^\circ\ 38'$
$D_1 = -12\ \ 16$	$D_2 = -11\ \ 46$	$D_1 = -13\ \ 16$	$D_2 = -13\ \ 2$
$\lg G = 2{\cdot}5845$	$\lg G = 2{\cdot}5788$	$\lg G = 2{\cdot}5894$	$\lg G = 2{\cdot}5641$

die sowohl untereinander, wie auch mit den vorher gefundenen in bestem Einklange stehen. Aus ihnen folgen durch Vergleich der Werte für lg $(r\,G)$ und lg G, für die mittlere Entfernung der Planeten von der Sonne die Einzelresultate

$$\lg r = 0{\cdot}4886, \qquad 0{\cdot}4498, \qquad 0{\cdot}4890, \qquad 0{\cdot}4569$$

wobei lg $(r\,G)$ andrerseits die mittlere Geschwindigkeit der Erde in ihrer Bewegung um die Sonne bedeutet, für die aus der Theorie in den hier angenommenen Maßeinheiten (Bogenminuten und 20 Tage als Zeiteinheit)

$$\lg\,(r\,G) = 3{\cdot}0729$$

anzusetzen ist. Man erkennt, daß die Airy'sche Methode, die bisher bloß auf die Eigenbewegungen der Fixsterne angewandt wurde, in ihrer Ausdehnung auf die Bewegung der Planeten zu mit der hier direkt kontrollierbaren Theorie in bester Übereinstimmung stehenden Ergebnissen führt.

4. Teilung der Beobachtungen nach Konjunktion und Opposition.

Aber noch mehr. Man kann in der Ausdehnung der Airy'schen Methode auf die Bewegung der Planeten einen Schritt weiter gehen, in dem man die den 12 Rektaszensions-Doppelstunden entsprechenden Mittelwerte der cos $\delta\,\Delta\alpha$, $\Delta\delta$ und $\Delta\rho$ nochmals in zwei Teile zerlegt, und zwar derart, daß man die der Periode der Konjunktion gegenüber der Erde entsprechenden Stunden von jenen trennt, die der Oppositionszeit angehören. Für jene ist $\Delta\alpha$ positiv, für diese negativ.

Die von mir angenommene Teilung war die folgende:

I. Für Jänner 17: AR. 0^h, 2^h, 14^h, 16^h, 18^h, 20^h, 22^h als der Konjunktion,
4^h, 6^h, 8^h, 10^h, 12^h als der Opposition,

II. Für Mai 16: AR. 0^h, 2^h, 4^h, 6^h, 8^h, 10^h, 22^h als der Konjuktion,
12^h, 14^h, 16^h, 18^h, 20^h als der Opposition

angehörig und danach ergaben sich die Normalgleichungen, die ich jedoch nur für die Gesamtgruppen berechnete:

A: aus den $\rho\cos\delta\Delta\alpha$, $\rho\Delta\delta$ und $\Delta\rho$:

a) Konjunktion

	I. 1888 Jänner 17.	II. 1888 Mai 16.
$-7\,\Delta X =$	$+8700'7$	$-8104'6$
$-7\,\Delta Y =$	$+4351{\cdot}7$	$+5056{\cdot}8$
$-7\,\Delta Z =$	$+2025{\cdot}4$	$+2217{\cdot}9$

b) Opposition

$-5\,\Delta X =$	$+2582{\cdot}0$	$-2213{\cdot}8$
$-5\,\Delta X =$	$+1187{\cdot}8$	$+1584{\cdot}5$
$-5\,\Delta Z =$	$+\ 486{\cdot}1$	$+\ 614{\cdot}8$

mit den aus ihnen abgeleiteten Werten:

I. *a)*	$A = 206°\ 37'$	*b)*	$A = 204°\ 42'$	II. *a)*	$A = 328°\ 3'$	*b)*	$A = 324°\ 24'$
	$D = -11\ \ 45$		$D = -9\ \ 42$		$D = -12\ \ 51$		$D = -12\ \ 43$
	$\lg\,(r\,G) = 3{\cdot}1523$		$\lg\,(r\,G) = 2{\cdot}7609$		$\lg\,(r\,G) = 3{\cdot}1461$		$\lg\,(r\,G) = 2{\cdot}7468$

B: aus den cos $\delta\Delta\alpha$, $\Delta\delta$ und $\Delta\rho/\rho$ dagegen

a) Konjunktion

$$-7\,\Delta X = +2696{\cdot}3 \qquad -2503{\cdot}9$$
$$-7\,\Delta Y = +1441{\cdot}8 \qquad +1600{\cdot}2$$
$$-7\,\Delta Z = +\ 676{\cdot}8 \qquad +\ 700{\cdot}7$$

b) Opposition

$$-5\,\Delta X = +1225{\cdot}6 \qquad -1075{\cdot}4$$
$$-5\,\Delta Y = +\ 613{\cdot}7 \qquad +\ 755{\cdot}1$$
$$-5\,\Delta Z = +\ 250{\cdot}7 \qquad +\ 291{\cdot}0$$

mit den neuen Werten:

I. *a)*		*b)*		II. *a)*		*b)*	
$A =$	208° 8′	$A =$	206° 3′	$A =$	327° 25′	$A =$	324° 56′
$D =$	−12 29	$D =$	−10 10	$D =$	−13 16	$D =$	−12 29
lg $G =$	2·6506	lg $G =$	2·4533	lg $G =$	2·6396	lg $G =$	2·4300.

Auch diese Zahlen zeigen, was die Größen A und D anlangt, eine schöne Übereinstimmung. Aus den lg $(r\,G)$ und lg G dagegen folgt für die mittlere Entfernung der Planeten von der Sonne

a) für die Konjunktion lg $r = 0{\cdot}5017$ $\quad 0{\cdot}5065$

b) » » Opposition lg $r = 0{\cdot}3076$ $\quad 0{\cdot}3168$

und diese lassen nunmehr klar die exzentrische Stellung der Erde gegenüber dem Kreise erkennen, in dem die Planeten sich um die Sonne bewegen und dessen Radius im Mittel zu lg $r = 0{\cdot}4711$ gefunden wurde. Die Größe der Exzentrizität ergibt sich aus ihnen zu

$$1{\cdot}1442 \qquad 1{\cdot}1359$$

und dies wäre die Größe R, das ist die mittlere Entfernung der Erde von der Sonne. Es ist also

für die Konjunktion $\rho = r + R$

» » Opposition $\rho = r - R$.

Gleicher Art bedeuten die Größen G für die beiden Perioden Summe, beziehungsweise Differenz der mittleren Geschwindigkeit der Erde und der Planeten und aus ihnen bestimmen sich diese selbst zu:

für die Erde.....998′4 beziehungsweise 979′0

gegenüber dem theoretischen Wert 1182′7

für die Planeten.....421′7 » 420′8

welche beide nach dem dritten Kepler'schen Gesetze einer mittleren Entfernung lg $r = 0{\cdot}2990$ entsprechen, was im Vergleiche mit den vorher erhaltenen lg $r = 0{\cdot}477\ldots$ auf eine geringere Übereinstimmung hinweist.

5. Die Bessel-Kobold'sche Methode der Apexbestimmung.

Neben der Airy'schen Methode zur Bestimmung des Apex der Sonnenbewegung kommt in der Stellarastronomie noch die Bessel-Kobold'sche Methode in Betracht. Auch sie läßt eine Anwendung auf die Bewegung der Erde zu. Ihrem Wesen nach besteht sie in der Forderung, die Größe

$$M = \Sigma\,(l\,U + m\,V + n\,W)^2$$

in der l, m und n die Richtungscosinus der Bahnebene der Sterne oder der Pole ihrer Eigenbewegung, ferner U, V und W die gleichen Richtungscosinus des Apex der Sonnenbewegung bedeuten und die

Summation Σ sich über alle benützten Sterne erstreckt, zu einem Minimum zu machen, wozu als Nebenbedingung die Relation

$$U^2+V^2+W^2=1$$

hinzukommt. Die Lösung dieser Aufgabe ist bekanntlich identisch mit der, die Gleichung des Ellipsoids

$$Ax^2+2By^2+Cz^2+2Dyz+2Ezx+2Fxy=1,$$

in welcher

$$A=\Sigma l^2 \quad B=\Sigma m^2 \quad C=\Sigma n^2$$
$$D=\Sigma mn \quad E=\Sigma nl \quad F=\Sigma lm$$

ist, auf die Hauptachsen zu reduzieren. Man hat also die kubische Gleichung

$$\begin{vmatrix} A-\lambda & F & E \\ F & B-\lambda & D \\ E & D & C-\lambda \end{vmatrix} = 0$$

nach λ aufzulösen und erhält ihren drei Wurzeln entsprechend für die Unbekannten U, V und W die drei Gruppen von homogenen Gleichungen:

$$\begin{aligned} (A-\lambda)U+ \quad FV \quad + \quad EW \quad &= 0 \\ FU \quad + (B-\lambda)V + \quad DW \quad &= 0 \\ EU \quad + \quad DV \quad + (C-\lambda)W &= 0 \end{aligned}$$

aus denen die Verhältnisse der U, V und W zu berechnen sind.

Die Frage nach der Bedeutung der drei Wurzeln der Determinantengleichung und der ihnen entsprechenden Wertesysteme der U, V und W, die ihrer Definition nach den bisherigen ΔX, ΔY und ΔZ proportional sind, indem

$$U=G\Delta X \quad V=G\Delta Y \quad W=G\Delta Z$$

ist, löst sich in der folgenden Weise:

Es laute die kubische Gleichung in aufgelöster Form

$$\lambda^3-J_1\lambda^2+J_2\lambda-J_3=0,$$

dann ist

$$J_1=A+B+C$$
$$J_2=AB-F^2+BC-D^2+CA-E^2$$
$$J_3=ABC+2DEF-AD^2-BE^2-CF^2.$$

Nach der Definition der Größen l, m und n ist $l^2+m^2+n^2=1$ und daher $J_1=\Sigma(l_\varkappa^2+m_\varkappa^2+n_\varkappa^2)=p$, wenn p die Anzahl der zur Rechnung benützten statistischen Mittelwerte der Eigenbewegungen $\Delta\alpha$ und $\Delta\delta$ bedeutet. Denkt man sich die Koeffizienten A, B.. F der Ellipsoidgleichung durch diese Zahl dividiert, so kann man stets

$$J_1=A+B+C=1$$

annehmen. Zur Umformung von J_2 sei wieder das nachstehende ausgeführt. Nach einem bekannten Satz der Determinantentheorie ist

$$AB-F^2=\Sigma(l_\varkappa^2)\,\Sigma(m_\varkappa^2)-(\Sigma l_\varkappa m_\varkappa)^2=\Sigma\Sigma(l_\varkappa m_\lambda-l_\lambda m_\varkappa)^2$$

die Doppelsumme über die zwei Indizes $\varkappa$ und λ erstreckt. Ebenso ist

$$BC-D^2=\Sigma\Sigma(m_\varkappa n_\lambda-m_\lambda n_\varkappa)^2$$
$$CA-E^2=\Sigma\Sigma(n_\varkappa l_\lambda-n_\lambda l_\varkappa)^2$$

und damit wird deren Summe

$$J_2 = \Sigma\Sigma\,[1-(l_\varkappa l_\lambda + m_\varkappa m_\lambda + n_\varkappa n_\lambda)^2]$$

oder, wenn man wieder die Größen Ω und i einführt:

$$J_2 = \Sigma\Sigma\,(1-(\cos i_\varkappa \cos i_\lambda + \sin i_\varkappa \sin i_\lambda \cos\,(\Omega_\varkappa - \Omega_\lambda))^2].$$

Jede Gruppe der Größen l, m und n bestimmt nun einen Vektor im Raume und mit ihm einen Punkt auf der scheinbaren Himmelskugel. Bezeichnet man ihn mit $P_\varkappa$, beziehungsweise P_λ, so ist

$$\cos i_\varkappa \cos i_\lambda + \sin i_\varkappa \sin i_\lambda \cos\,(\Omega_\varkappa - \Omega_\lambda) = \cos S_{\varkappa\lambda},$$

das heißt gleich dem cos der sphärischen Distanz S zweier dieser Punkte und man hat nunmehr in kurzer Form

$$J_2 = \Sigma\Sigma \sin^2 S_{\varkappa\lambda}.$$

In gleicher Art folgt für J_3 die dreifache Summe $\Sigma\Sigma\Sigma$, erstreckt über die drei Indizes $\varkappa$, λ und μ,

$$J_3 = \Sigma\Sigma\Sigma \begin{vmatrix} 1 & \cos S_{\varkappa\lambda} & \cos S_{\varkappa\mu} \\ \cos S_{\lambda\varkappa} & 1 & \cos S_{\lambda\mu} \\ \cos S_{\mu\varkappa} & \cos S_{\mu\lambda} & 1 \end{vmatrix} = \Sigma\Sigma\Sigma \sin^2 S_{\varkappa\lambda\mu}$$

wenn man mit $\sin S_{\varkappa\lambda\mu}$ den Eckensinus der vom Mittelpunkte der Kugel nach den drei Punkten $P_\varkappa$, P_λ und P_μ gezogenen Kanten bezeichnet. Die kubische Gleichung läßt sich somit in der Form

$$\lambda^3 - \lambda^2 + \lambda\,\Sigma\Sigma \cdot \sin^2 S_{\varkappa\lambda} - \Sigma\Sigma\Sigma \sin^2 S_{\varkappa\lambda\mu} = 0$$

anschreiben und ihre Diskussion führt zu der gesuchten Bedeutung ihrer Wurzeln. Fallen nämlich die einzelnen Punkte P zusammen, das heißt ist $P_\varkappa \equiv P_\lambda \equiv P_\mu$, so ist

$$\sin S_{\varkappa\lambda} = \sin S_{\varkappa\lambda\mu} = 0$$

die kubische Gleichung geht über in

$$\lambda^3 - \lambda^2 = 0.$$

Sie hat zwei Wurzeln gleich 0, und eine gleich 1, das Ellipsoid degeneriert in eine Ebene, und zwar ist diese Ebene der größte Kugelkreis, dessen Pol der Punkt P ist. Es ist dieser Kreis nichts anderes als die Bahnebene der Sterne, beziehungsweise der Planeten. Im konkreten Falle werden die einzelnen Punkte P nicht ganz zusammenfallen, sondern ein wenig voneinander verschiedene Lagen an der scheinbaren Himmelssphäre einnehmen. Faßt man diese Unterschiede als kleine Größen erster Ordnung auf, so wird J_2 eine kleine Größe zweiter, J_3 eine solche dritter Ordnung sein und die Wurzeln der kubischen Gleichung werden wohl nicht mehr

1 0 0

lauten, aber doch von diesen nur wenig differieren. Der ersten Wurzel = 1 wird auch fernerhin die Richtung nach dem Pole der Bahnebene entsprechen, die beiden anderen dagegen stellen ganz bestimmte Richtungen im Raume vor, die in dieser Ebene liegen und aufeinander senkrecht stehen. Es ist klar, daß die kleinste gemäß der Definition des Apex als der Bedingung des Minimums nach diesem, die mittlere daher notwendigerweise nach dem Zentrum der Bewegung hinweist.

Mit den schon oben angesetzten Werten der Vektorcosinus l, m und n fanden sich die Koeffizienten der Ellipsoidgleichung zu:

I	II	I	II
$A = +0{\cdot}01781$	$+0{\cdot}02885$	$D = -3{\cdot}68684$	$-3{\cdot}83957$
$B = +1{\cdot}46859$	$+1{\cdot}60499$	$E = +0{\cdot}08871$	$-0{\cdot}18200$
$C = +9{\cdot}51360$	$+9{\cdot}36616$	$F = -0{\cdot}04964$	$+0{\cdot}08878.$

Damit folgen die zwei kubischen Gleichungen, schon auf die Beziehung $A + B + C = 1$ reduziert

$$\text{I: } \lambda^3 - \lambda^2 + 0{\cdot}0046616\,\lambda - 0{\cdot}0000031661 = 0$$
$$\text{II: } \lambda^3 - \lambda^2 + 0{\cdot}0046738\,\lambda - 0{\cdot}0000041150 = 0$$

und die Richtungen der Hauptachsen:

a) größte Wurzel $\equiv$ Pol der Bahnebene

$$\text{I: } A = 271^\circ\ 27' \quad D = +68^\circ\ 44'$$
$$\text{II: } A = 267\ \ 13 \quad D = +67\ \ 38$$

und daraus Knoten und Neigung dieser selbst

$$\text{I: } \Omega = 361^\circ\ 27' \qquad i = 21^\circ\ 16'$$
$$\text{II: } \Omega = 357\ \ 13 \qquad i = 22\ \ 22$$

b) mittlere Wurzel $\equiv$ Richtung nach dem Zentrum der Erdbewegung

$$\text{I: } A = 120^\circ\ 46' \qquad D = +18^\circ\ 44'$$
$$\text{II: } A = 223\ \ 53 \qquad D = -16\ \ 44$$

c) kleinste Wurzel $\equiv$ Richtung nach dem Apex

$$\text{I: } A = 207^\circ\ 23' \qquad D = -9^\circ\ 39'$$
$$\text{II: } A = 318\ \ 21 \qquad D = -14\ \ 29$$

Schreibt man schließlich die Gleichung des Ellipsoids in der Form an

$$a^2 x^2 + b^2 y^2 + c^2 z^2 = 1,$$

so deutet der Koeffizient c auf einen Abstand von der durch den Anfangspunkt des Koordinatensystems, das ist die Sonne gehenden Ebene hin, in welchem Falle $c = 1$ sein müßte; man kann also, wenn man diesen Abstand mit S bezeichnet, $c = \cos S$ setzen, dann wird $a = \sin S \cos T$, $b = \sin s \sin T$, wegen $a^2 + b^2 + c^2 = 1$ und man erhält:

$$\text{I: } a = 0{\cdot}02872 \quad b = 0{\cdot}06209 \quad c = 0{\cdot}99765 \quad S = 3^\circ\ 55' \quad T = 114^\circ\ 50'$$
$$\text{II: } a = 0{\cdot}03429 \quad b = 0{\cdot}05929 \quad c = 0{\cdot}99766 \quad S = 3\ \ 55 \quad T = 239\ \ 59$$

Man sieht, daß S nur wenig von 0 verschieden ist und daß ferner die Richtung T mit der Richtung nach dem Zentrum der Bewegung zusammenfällt, wenn auch die Abweichung hiebei ein wenig größer ist.

6. Andere Methoden der Apexbestimmung.

Das der Bessel-Kobold'schen Methode der Berechnung des Apex zugrunde liegende Prinzip, den Ausdruck $\Sigma (l U + m V + n W)^2$ zu einem Minimum zu machen, läßt bekanntlich eine einfache geometrische Deutung zu. Es besagt, daß man jenen Punkt als Apex bezeichnet, für welchen die Quadratsumme der Abstände von der Ebene $lx + my + nz = 0$ oder auf die scheinbare Himmelskugel bezogen, von dem durch l, m, n bestimmten größten Kugelkreise ein Minimum werde. Es ist klar, daß diese Definition des Apex eine ganz willkürliche ist und daß man an Stelle der erwähnten Quadratsumme irgendwelche andere setzen kann. Tut man dies, so ergeben sich damit eine große Zahl anderer Methoden der Apexberechnung. Einige von ihnen seien hier noch behandelt.

Es bedeute $\Delta\rho$ die Radialbewegung eines Sternes, oder besser den Mittelwert der Radialbewegungen einer Gruppe von Sternen in einem begrenzten Gebiete des Himmels, ferner seien γ_{13}, γ_{23} und γ_{33} ihre Richtungscosinus und endlich U, V und W die Vektoren der Eigenbewegung der Sonne,

beziehungsweise der Erde, wenn an Stelle von Sternen die Planeten betrachtet werden, so möge als Definition des Apex die Bedingung aufgestellt werden, den Ausdruck

$$\Sigma\,[\Delta\rho\,(\gamma_{13}\,U+\gamma_{23}\,V+\gamma_{33}\,W)]^2,$$

der ebenfalls eine einfache geometrische Bedeutung hat, mit der Nebenbedingung

$$U^2+V^2+W^2=1$$

zu einem Minimum zu machen. Offenbar kann man $\Delta\rho$ durch eine andere Geschwindigkeitskomponente ersetzen, zum Beispiel durch $\cos\delta\Delta\alpha$ oder durch

$$\sqrt{(\cos\delta\Delta\alpha)^2+\Delta\delta^2}$$

und erhält dementsprechend wieder andere Bedingungsgleichungen und andere Rechnungsresultate. Die Lösung der Aufgabe führt in allen Fällen auf dasselbe Problem, nämlich die Gleichung des Ellipsoids

$$Ax^2+By^2+Cz^2+2Dyz+2Exz+2Fxy=1$$

in der nunmehr

$$A=\Sigma\,(\Delta\rho\gamma_{13})^2 \qquad B=\Sigma\,(\Delta\rho\gamma_{23})^2 \qquad C=\Sigma\,(\Delta\rho\,\gamma_{33})^2$$
$$D=\Sigma\,(\Delta\rho^2\gamma_{23}\,\gamma_{33}) \quad E=\Sigma\,(\Delta\rho^2\,\gamma_{33}\,\gamma_{13}) \quad F=\Sigma\,(\Delta\rho^2\,\gamma_{13}\,\gamma_{23})$$

ist, auf die Hauptachsen zu reduzieren.

Ich habe die betreffende Rechnung zunächst für die Größe $\Delta\rho$ durchgeführt und erhielt für die Koeffizienten $A, B \ldots F$ die Werte:

	I	II		I	II
$A=$	3258990	2645600	$D=$	+ 725490	+ 763760
$B=$	1726100	1811440	$E=$	+ 417000	— 447530
$C=$	305080	322320	$F=$	+1005260	— 1079180

Ihre Determinante, das ist

$$\begin{vmatrix} A & F & E \\ F & B & D \\ E & D & C \end{vmatrix}$$

ist fast gleich Null. Ich nahm sie direkt $=0$ an, so daß eine Wurzel aus der ihr folgenden kubischen Gleichung

$$\lambda^3-J_1\lambda_2+J_2\lambda-J_3=0$$

wegen $J_3=0$, Null ist. Die ihr entsprechende Hauptachsenrichtung ist die nach dem Pole der Bahnebene, und zwar fand sich:

I: $A=273^\circ\ 15'$ $D=\ 64^\circ\ 18'$ und damit $\Omega=363^\circ\ 15'$ $i=25^\circ\ 42'$
II: $A=\ 85\ \ 1$ $D=-65\ \ 57$ » » $\Omega=355\ \ 1$ $i=24\ \ 3$,

während die beiden anderen Wurzeln, in der Reihenfolge mittlere und größte

a) I: $A=208^\circ\ 14'$ $D=-11^\circ\ 25'$
II: $A=323\ \ 22$ $D=-14\ \ 3$

als Richtung nach dem Apex und

b) I: $A=302^\circ\ 19'$ $D=-19^\circ\ 40'$
II: $A=\ 48\ \ 44$ $D=+18\ \ 0$

als Richtung nach dem Mittelpunkte der Erdbewegung, das ist der Sonne lieferten.

Es liegt nun bei dem Umstande, daß eine der Wurzeln der kubischen Gleichung stets mit der Bahnebene zusammenhängt, der Gedanke nahe, die Rechnung dadurch von vorneherein zu vereinfachen, daß man alle in sie einzubeziehenden Größen, wie die Vektoren, γ, ferner die U, V und W direkt auf die Bahnebene reduziert, das ist sich für den Fall der Planeten statt auf den Äquator auf die Ekliptik bezieht. Dadurch verwandelt sich das räumliche Problem in ein ebenes und die Determinantengleichung dritten Grades geht in eine vom zweiten Grade über.

Bezeichnet man die auf die Ekliptik bezogenen Koordinaten der Planeten mit dem Buchstaben l, und zwar λ als deren geozentrische Länge, l, die heliozentrische und L sowie $90 + L$ die Länge der Sonne, sowie die des Apex der Erdbewegung, während man alle Breiten $= 0$ annimmt, erwägt ferner, daß für die Ekliptik von den Vektoren γ nur

$$\gamma_{11} = -\gamma_{23} = -\sin\lambda \qquad \gamma_{32} = 1 \qquad \gamma_{33} = \gamma_{12} = \gamma_{22} = 0$$
$$\gamma_{21} = \gamma_{13} = \cos\lambda$$

übrig bleiben, schließlich

$$U' = \cos L \qquad V' = \sin L \qquad W' = 0$$

wird, so schreibt sich die Minimumsbedingung zur Bestimmung des Apex in der einfachen Form an

$$\Sigma\,[\Delta\rho\,\cos(\lambda - L)]^2 = \text{Min.}$$

oder, wenn man die Radialbewegung $\Delta\rho$ durch die Bewegung in Länge $\rho\Delta\lambda$ ersetzt,

$$\Sigma\,[\rho\Delta\lambda\,\cos(\lambda - L)]^2 = \text{Min.}$$

oder, wenn man die totale Geschwindigkeit der Planeten g einführt, wo $g = \sqrt{(\rho\Delta\lambda)^2 + (\Delta\rho)^2}$

$$\Sigma\,[g\,\cos(\lambda - L)]^2 = \text{Min.}$$

Ich führe zunächst die Einzelwerte der $\Delta\rho$, $\rho\Delta\lambda$ und g an. Sie sind:

λ	$\Delta\rho$	$\rho\Delta\lambda$	g	$\Delta\rho$	$\rho\Delta\lambda$	g
	I. 1888 Jänner 7.—27.			II. 1888 Mai 6.—26.		
0h	+ 821'9	+ 1238'3	1486'2	— 657'8	+ 1321'7	1476·3
2	+ 929·9	+ 677·9	1150·2	— 358·1	+ 1800·1	1835·4
4	+ 818·1	+ 8·9	818·2	+ 157·9	+ 1899·7	1906·2
6	+ 471·4	— 294·3	555·7	+ 534·6	+ 1708·3	1790·0
8	— 35·2	— 510·7	511·9	+ 850·2	+ 1204·0	1473·9
10	— 495·8	— 362·9	614·4	+ 908·7	+ 567·5	1071·4
12	— 830·0	+ 168·4	846·9	+ 747·6	— 27·1	748·1
14	— 931·0	+ 707·3	1169·2	+ 357·8	— 390·1	529·4
16	— 791·7	+ 1281·0	1505·9	— 92·2	— 473·0	481·9
18	— 414·8	+ 1782·2	1829·8	— 462·9	— 347·3	578·7
20	— 28·4	+ 1912·8	1913·1	— 818·9	+ 170·4	836·4
22	+ 505·5	+ 1690·5	1764·5	— 881·8	+ 759·8	1164·0

und aus ihnen ergab sich:

a) aus der Bedingung

$$\Sigma\,\Delta\rho\,\cos(\lambda - L)^2 = M.$$

die Ellipsengleichung

$$\text{I: } 3363400\,x^2 + 2185200\,xy + 1925740\,y^2 = 1$$
$$\text{II: } 2742900\,x^2 - 2344300\,xy + 2034750\,y^2 = 1$$

mit

$$L = 118^\circ\ 20' \quad \text{bez.} \quad 233^\circ\ 24'.$$

b) aus der Bedingung

$$\Sigma\,[\rho\Delta\lambda\,\cos\,(\lambda - L)]^2 = \text{Min.}$$

$$\text{I: } 5291565\,x^2 - 3407400\,xy + 8159785\,y^2 = 1$$
$$\text{II: } 6294140\,x^2 + 4195300\,xy + 8095060\,y^2 = 1$$

mit

$$L = 114^\circ\ 57' \quad \text{bez.} \quad 236^\circ\ 37'.$$

c) aus der Bedingung

$$\Sigma\,[g\,\cos\,(\lambda - L)]^2 = \text{Min.}$$

$$\text{I: } 9276140\,x^2 - 1547160\,xy + 10346290\,y^2 = 1$$
$$\text{II: } 9031180\,x^2 + 1853280\,xy + 10129520\,y^2 = 1$$

mit

$$L = 117^\circ\ 40' \quad \text{bez.} \quad 240^\circ\ 19'.$$

Wie man erkennt, stehen diese Werte sowohl untereinander als auch mit den vorher gefundenen in guter Übereinstimmung, so daß diese Bedingungsgleichungen als neue Methoden der Bestimmung des Apex auch bei Anwendung auf die Eigenbewegungen der Fixsterne erfolgreich zu sein versprechen.

7. Die Begrenzungskurve des Schwarmes der kleinen Planeten.

Der Schwarm der kleinen Planeten erfüllt in seiner Bewegung um die Sonne nahezu einen Kreisring von einer gewissen Breite, für dessen mittleren Halbmesser auch schon vorher einige Rechenresultate gefunden wurden. In diesem Kreisringe, oder wenn man seine Breite nicht berücksichtigt, in diesem Kreise nimmt die Erde eine exzentrische Stellung ein und es muß daher möglich sein, schon aus den der Ephemeride entnommenen Mittelwerten der ρ diesen exzentrischen Ort der Erde zu berechnen.

Nimmt man die Ebene der Ekliptik als Fundamentalebene an und schreibt die Gleichung dieses Kreises, den Erdort zum Anfangspunkt des Koordinatensystems wählend, in der Form

$$x^2 + y^2 - 2\,Dx - 2Ey = M$$

an, so hat man zur Bestimmung der Koeffizienten D, E und M die den 12 Werten

$$x = \rho\,\cos\,\lambda \qquad y = \rho\,\sin\,\lambda$$

entsprechenden 12 Gleichungen

$$\rho^2 - 2\,\rho\,(D\,\cos\,\lambda + E\,\sin\,\lambda) = M$$

aus denen nach der Methode der kleinsten Quadrate die D, E und M abzuleiten wären. Es genügt jedoch hier das folgende einfachere Verfahren. Bezeichnet man die den Längen λ und $180 + \lambda$ zukommenden ρ-Werte mit ρ_1 und ρ_2, so geben je zwei solche die Beziehungen

$$\rho_1^2 - 2\,\rho_1\,(D\,\cos\,\lambda + E\,\sin\,\lambda) = M$$
$$\rho_2^2 + 2\,\rho_2\,(D\,\cos\,\lambda + E\,\sin\,\lambda) = M$$

aus denen die je sechsfach zu zählenden Gleichungen

$$D\cos\lambda+E\sin\lambda=\frac{1}{2}(\rho_1-\rho_2)\qquad M=\rho_1\rho_2$$

folgen, deren Auflösung leichter durchzuführen ist und Resultate geben dürfte, die sich von den strenge nach der Methode der kleinsten Quadrate erhaltenen, nur wenig unterscheiden werden.

Mit den schon oben mitgeteilten Werten der ρ fand ich so als Gleichung der Begrenzungskurve diese schon in geordneter Form ansetzend:

I. 1888: Jänner 7.—27.

$$(x-0\cdot3163)^2+(y+0\cdot8887)^2=(2\cdot7527)^2$$

II. 1888: Mai 6.—26.

$$(x-0\cdot4232)^2+(y-0\cdot7717)^2=(2\cdot7775)^2$$

aus denen, wenn man sie mit der theoretischen Form

$$(x-R\cos L)^2+(y-R\sin L)^2=r^2$$

vergleicht,

$$\lg r=0\cdot4397\quad\text{bez.}\quad 0\cdot4437$$
$$\lg R=9\cdot9747\qquad\quad 9\cdot9531$$
$$L=109^\circ36'\qquad\quad 241^\circ53'$$

folgt. Ich versuchte es auch für diese Kurve eine Ellipse anzunehmen, deren Gleichung ich in der Form

$$ax^2+2bxy+cy^2-2dx-2ey=1$$

anschrieb. Aber die Rechnung ergab für den Koeffizienten b sowie für die Differenz $a-c$ so kleine Werte, daß die Ellipse sich nur wenig von einem Kreise unterschied und die auftretenden Differenzen wohl nur als Zufallsergebnisse aufzufassen wären.

Merkwürdigerweise zeigte sich ein ähnliches Resultat, indem ich an Stelle von ρ die totale Geschwindigkeit der Planeten g zur Rechnung benützte. Zerlegt man sie in die zwei Komponenten

$$u=g\cos\lambda\qquad v=g\sin\lambda$$

und setzt für diese die Gleichung eines Kreises in der gleichen Form wie für x und y fest

$$u^2+v^2-2Du-2Ev=M$$

oder geordnet

$$(u-\gamma\cos L)^2+(v-\gamma\sin L)^2=G^2,$$

so erhielt ich:

$$\text{I: }(u-334'5)^2+(v+608'2)^2=(1260'7)^2$$
$$\text{II: }(u-387\cdot6)^2+(v-602\cdot5)^2=(1261\cdot4)^2$$

sowie aus ihnen

$$L=118^\circ\ 49'\quad\text{bez.}\quad 237^\circ\ 15'$$
$$\lg\gamma=2\cdot8414\quad\text{bez. }2\cdot8552\qquad\lg G=3\cdot1006\quad\text{bez.}\quad 3\cdot1008$$

und man erkennt in G nichts anderes als die Geschwindigkeit der Erde, die in den hier angenommenen Einheiten $1182'73$ sein sollte, während $\gamma=rg$ ist, mit g die der Planeten bezeichnet, so daß die Kreisgleichung (Hodograph)

$$(u+rg\cos L)^2+(v+rg\sin L)^2=G^2$$

lautet.

8. Fourier'sche Reihenentwicklungen.

Bei der Wahl der Ekliptik als Fundamentalebene treten an Stelle der drei Gleichungen für ξ, η und ζ pag. 3 [313] nur mehr zwei auf

$$\rho \cos \lambda = r \cos l - R \cos L$$
$$\rho \sin \lambda = r \sin l - R \sin L.$$

Aus ihnen folgt durch Differentiation, bei der jedoch r und R, da nur deren Mittelwerte in Betracht kommen, als Konstante anzusehen sind,

$$\Delta\rho \cos \lambda - \rho \sin \lambda \Delta\lambda = -r \sin l \Delta l + R \sin L \Delta L$$
$$\Delta\rho \sin \lambda + \rho \cos \lambda \Delta\lambda = \quad r \cos l \Delta l - R \cos L \Delta L.$$

In diesen vier Gleichungen hat man $\Delta\rho$ und $\Delta\lambda$ als bekannte, alle anderen als unbekannte Größen anzusehen und danach die Aufgabe, durch geeignete Entwicklungen diese durch jene darzustellen. Man findet zunächst durch passende Multiplikation mit $\cos\lambda$ und $\sin\lambda$ und nachherige Addition, beziehungsweise Subtraktion

$$\Delta\rho = r\Delta l \sin(\lambda - l) - R\Delta L \sin(\lambda - L)$$
$$\rho\Delta\lambda = r\Delta l \cos(\lambda - l) - R\Delta L \cos(\lambda - L)$$

nun aus ihnen durch Elimination von $\lambda - l$ zufolge der Relationen

$$0 = r \sin(\lambda - l) - R \sin(\lambda - L)$$
$$\rho = r \cos(\lambda - l) - R \cos(\lambda - L),$$

die erste Gruppe

$$\Delta\rho = -R(\Delta L - \Delta l) \sin(\lambda - L)$$
$$\rho\Delta\lambda = \rho\Delta l - R(\Delta L - \Delta l) \cos(\lambda - L)$$

in denen noch die Unbekannte ρ steckt. Zu ihrer Berechnung hat man die quadratische Gleichung

$$r^2 = R^2 + \rho^2 + 2R\rho \cos(\lambda - L)$$

oder geordnet

$$\rho^2 + 2\rho R \cos(\lambda - L) + R^2 - r^2 = 0$$

aus der, wenn man der Kürze halber $R/r = \beta$ ansetzt,

$$\frac{\rho}{r} = -\beta \cos(\lambda - L) + \sqrt{1 - \beta^2 \sin^2(\lambda - L)}$$

$$\frac{r}{\rho} = \frac{\beta}{1-\beta^2} \cos(\lambda - L) + \frac{1}{1-\beta^2}\sqrt{1 - \beta^2 \sin^2(\lambda - L)}$$

folgt. Es bleibt daher nur die Entwicklung von $\sqrt{1 - \beta^2 \sin^2(\lambda - L)}$ durchzuführen. Unter der Annahme, daß $\beta < 1$ ist, gibt aber die Analysis

$$\sqrt{1 - \beta^2 \sin^2(\lambda - L)} = a_0 + a_2 \cos 2(\lambda - L) - a_4 \cos 4(\lambda - L) + a_6 \cos 6(\lambda - L) -$$

worin

$$a_0 = 1 - \frac{1}{4}\beta^2 - \frac{3}{64}\beta^4 - \frac{10}{512}\beta^6 - \frac{175}{16384}\beta^8 + \ldots$$

$$a_2 = \frac{1}{4}\beta^2\left[1 + \frac{4}{16}\beta^2 + \frac{15}{128}\beta^4 + \frac{280}{4096}\beta^6 + \ldots\right.$$

$$a_4 = \frac{1}{64}\beta^4\left[1 + \frac{6}{8}\beta^2 + \frac{140}{256}\beta^4 + \ldots\right.$$

$$a_6 = \frac{1}{512}\beta^6\left[1 + \frac{40}{32}\beta^2 + \ldots\right.$$

$$a_8 = \frac{1}{16384}\beta^8\,[1 + \ldots$$

und mit deren Hilfe lassen sich als erste Gruppe die Entwicklungen aufstellen

$$\frac{\rho}{R} = \frac{a_0}{\beta} - \cos(\lambda - L) + \frac{a_2}{\beta}\cos 2(\lambda - L) - \frac{a_4}{\beta}\cos 4(\lambda - L) + \frac{a_6}{\beta}\cos 6(\lambda - L) - \ldots$$

$$\frac{R}{\rho} = \frac{\beta^2}{1-\beta^2}\left[\frac{a_0}{\beta} + \cos(\lambda - L) + \frac{a_2}{\beta}\cos 2(\lambda - L) + \frac{a_4}{\beta}\cos 4(\lambda - L) + \frac{a_6}{\beta}\cos 6(\lambda - L) - \ldots\right.$$

und durch deren Substitution in die Gleichungen für $\Delta\rho$ und $\Delta\lambda$, als zweite Gruppe

$$\Delta\lambda = \Delta l - \frac{R}{\rho}(\Delta L - \Delta l)\cos(\lambda - L)$$

$$= \delta_0 - \delta_1\cos(\lambda - L) - \delta_2\cos 2(\lambda - L) - \delta_3\cos 3(\lambda - L) + \delta_5\cos_5(\lambda - L) - \ldots$$

$$\Delta\rho/\rho = -\frac{R}{\rho}(\Delta L - \Delta l)\sin(\lambda - L)$$

$$= -\gamma_1\sin(\lambda - L) - \gamma_2\sin 2(\lambda - L) - \gamma_3\sin 3(\lambda - L) - \gamma_5\sin 5(\lambda - L) - \ldots$$

in denen die Koeffizienten die Werte haben

$$\delta_0 = \Delta l - \frac{1}{2}\frac{\beta^2}{1-\beta^2}(\Delta L - \Delta l)$$

$$\delta_1 = \frac{\beta}{1-\beta^2}(\Delta L - \Delta l)\left(a_0 + \frac{1}{2}a_2\right) \qquad \gamma_1 = \frac{\beta}{1-\beta^2}(\Delta L - \Delta l)\left(a_0 - \frac{1}{2}a_2\right)$$

$$\delta_2 = \gamma_2 = \frac{1}{2}\frac{\beta^2}{1-\beta^2}(\Delta L - \Delta l)$$

$$\delta_3 = \frac{\beta}{1-\beta^2}(\Delta L - \Delta l)(a_2 - a_4) \qquad \gamma_3 = \frac{1}{2}\frac{\beta}{1-\beta^2}(\Delta L - \Delta l)(a_2 + a_4)$$

$$\delta_5 = \frac{1}{2}\frac{\beta}{1-\beta^2}(\Delta L - \Delta l)(a_4 - a_6) \qquad \gamma_5 = \frac{1}{2}\frac{\beta}{1-\beta^2}(\Delta L - \Delta l)(a_4 + a_6).$$

Vernachlässigt man in jedem dieser Ausdrücke Glieder von der Größe $\frac{1}{4}\beta^2$, die beispielsweise für die Planeten, für welche das mittlere r den Wert 2·8 hat und daher $\lg\beta = 9{\cdot}54$ ist, etwa 0·03 betragen, so kann man bis auf diesen Grad der Genauigkeit, das ist bis auf etwa 3% die Koeffizienten δ und γ einander gleich annehmen und damit treten die beiden Reihen für $\Delta\lambda$ und $\Delta\rho/\rho$ in den

Zusammenhang, daß die erste ($\Delta\lambda$) eine reine Cosinusreihe, die zweite ($\Delta\rho/\rho$) eine reine Sinusreihe ist, beide aber mit identischen Koeffizienten ($\delta = \gamma$). In der Tat ist aber strenge nur $\delta_2 = \gamma_2$.

Es ist klar, daß man die Zahl dieser Reihenentwicklungen, nachdem einmal die für die Größen $\frac{\rho}{R}$, bez. $\frac{R}{\rho}$ aufgestellt sind, willkürlich steigern kann. Nur die folgenden 4 seien hier noch angeführt, nämlich

$$\rho\Delta\lambda = \frac{R}{\beta}\, a_0\, \Delta l - R\left(\Delta L - \Delta l\,\frac{\beta - a_0}{\beta}\right)\cos(\lambda - L) + R\Delta l\,\frac{a_2}{\beta}\cos 2(\lambda - L) - R\Delta l\,\frac{a_4}{\beta}\cos 4(\lambda - L) -$$

$$\Delta\rho = -R(\Delta L - \Delta l)\sin(\lambda - L)$$

$$\left(\frac{\rho}{R}\right)^2 = \frac{1}{\beta^2} - \frac{1}{\beta}(2a_0 + a_2)\cos(\lambda - L) + \cos 2(\lambda - L) - \frac{1}{\beta}(a_2 - a_4)\cos 3(\lambda - L) + \frac{1}{\beta}(a_4 - a_6)\cos 5(\lambda - L),$$

$$\left(\frac{R}{\rho}\right)^2 = \frac{\beta^2}{(1-\beta^2)^2} + \frac{\beta^3}{(1-\beta^2)^2}[2a_0 + a_2)\cos(\lambda - L) + \beta\cos 2(\lambda - L) + (a_2 - a_4)\cos 3(\lambda - L) - (a_4 - {}_6)\cos 5(\lambda - L)\ldots$$

Jede von ihnen gibt eine oder mehrere Relationen, aus denen sich die Unbekannten, entweder R oder β, ferner ΔL oder Δl, namentlich aber die Größe L berechnen läßt.

Zur numerischen Durchführung der Entwicklungen teile ich neben den schon angesetzten Daten noch einige mit:

λ	$\Delta\lambda$	$\Delta\rho/\rho$	ρ^2	$\Delta\lambda$	$\Delta\rho/\rho$	ρ^2
	I. 1888 Jänner 7.—27.			II. 1888 Mai 6.—26.		
0^h	+ 456'3	+ 302'8	7·365	+ 455'6	— 226'7	8·418
2	+ 286·0	+ 392·9	5·601	+ 491·4	— 97·8	13·420
4	+ 4·0	+ 369·2	4·911	+ 535·2	+ 43·9	12·598
6	— 170·8	+ 273·6	2·699	+ 474·0	+ 148·3	12·986
8	— 281·5	— 19·4	3·291	+ 394·0	+ 278·2	9·337
10	— 170·7	— 233·3	4·518	+ 210·4	+ 336·9	7·275
12	+ 74·8	— 368·5	5·072	— 12·5	+ 344·8	4·701
14	+ 256·7	— 337·9	7·589	— 197·0	+ 180·7	3·922
16	+ 391·7	— 242·1	10·696	— 254·0	— 49·5	3·469
18	+ 503·1	— 117·1	12·551	— 168·2	— 224·3	4·262
20	+ 518·1	— 7·7	13·629	+ 75·5	— 362·8	5·095
22	+ 475·1	+ 142·1	12·659	+ 291·8	— 338·6	6·781

Die numerischen Reihen sind nunmehr:

I. (1888 Jänner 7.—27.)

$$\Delta\lambda = 195'23 - 387'90\cos(\lambda - 120°\ 14'2) - 76·76\cos 2(\lambda - 114\ \ 8·8) - 10·78\cos 3(\lambda - 99\ \ 12·7) - 23·87\cos 4(\lambda - 142\ \ 33·1) + 7·76\cos 5(\lambda - 125\ \ 21·0)$$

II. (1888 Mai 6.—26.)

$$\Delta\lambda = 191'55 - 391'49\cos(\lambda - 234°\ 17'1) - 62·69\cos 2(\lambda - 232\ \ 30·6) - 5·93\cos 3(\lambda - 267\ \ 19·0) - 5·37\cos 4(\lambda - 279\ \ 3·1) + 6·83\cos 5(\lambda - 212\ \ 31·6)$$

$\Delta\rho/\rho = +\ 12'89 - 370'80 \sin\ (\lambda - 119°\ 15'8)$
$\quad - 64{\cdot}97 \sin 2\ (\lambda - 114\ \ 4{\cdot}0)$
$\quad - 9{\cdot}97 \sin 3\ (\lambda - 138\ \ 0{\cdot}3)$
$\quad - 9{\cdot}98 \sin 4\ (\lambda - 110\ 49{\cdot}7)$
$\quad + 9{\cdot}18 \sin 5\ (\lambda - 102\ 38{\cdot}2)$

$\Delta\rho/\rho = +\ 2'82 - 343'64 \sin\ (\lambda - 234°\ 9'1)$
$\quad - 52{\cdot}25 \sin 2\ (\lambda - 256\ 15{\cdot}4)$
$\quad - 5{\cdot}77 \sin 3\ (\lambda - 195\ \ 0{\cdot}0)$
$\quad - 7{\cdot}76 \sin 4\ (\lambda - 203\ 52{\cdot}1)$
$\quad + 11{\cdot}34 \sin 5\ (\lambda - 212\ 41{\cdot}2)$

zwei Doppelreihen zunächst, die die theoretische Entwicklung, wie sie oben bewiesen wurde, von der Gleichheit der Winkel L und der Identität der Koeffizienten in beiden, mit ziemlicher Genauigkeit bestätigen. Weiters folgt aus den analytischen Ausdrücken für die zwei Koefizienten δ_0 und $\delta_2 = \gamma_2$, nämlich

$$\delta_0 = \Delta l - \frac{1}{2}\,\frac{\beta^2}{1-\beta^2}\,(\Delta L - \Delta l \qquad \delta_2 = \gamma_2 = \frac{1}{2}\,\frac{\beta^2}{1-\beta^2}\,(\Delta L - \Delta l)$$

die Beziehung

$$\delta_0 + \delta_2 = \Delta l$$

gleich der mittleren Geschwindigkeit der Planeten, zu

$$\Delta l = 195'23 + 76'76 = 271'99 \text{ bez. } = 191'55 + 62'69 = 254'24.$$

aus denen wieder nach dem dritten Kepler'schen Gesetz als mittlere Distanz der Planeten von der Sonne

$$\lg r = 0{\cdot}4256 \text{ bez. } = 0{\cdot}4451$$

folgt. Mit dem nun bekannten Δl und dem Wert für $\Delta L = 1182'73$ ergibt sich ferner aus den Koeffizienten δ_2 oder γ_2

$$\frac{1}{2}\,\frac{\beta^2}{1-\beta^2} = 0{\cdot}08428 \text{ bez. } 0{\cdot}06752$$

und aus ihnen wiederum

$$\lg r = 0{\cdot}4042 \text{ bez. } 0{\cdot}4989.$$

Weitere Doppelreihen sind:

$\rho\Delta\lambda = 691'52 - 1195'75 \cos\ (\lambda - 118°\ 16'0)$
$\quad + 14{\cdot}35 \cos 2\ (\lambda - 107\ \ 1{\cdot}0)$
$\quad - 13{\cdot}64 \cos 3\ (\lambda - 121\ 41{\cdot}1)$
$\quad + 35{\cdot}16 \cos 4\ (\lambda - \ 96\ \ 1{\cdot}6)$
$\quad - 16{\cdot}06 \cos 5\ (\lambda - 132\ 19{\cdot}2)$

$\rho\Delta\lambda = 682'84 - 1210'09 \cos\ (\lambda - 235°\ 47'6)$
$\quad + 25{\cdot}44 \cos 2\ (\lambda - 245\ \ 0{\cdot}8)$
$\quad - 9{\cdot}73 \cos 3\ (\lambda - 275\ 11{\cdot}8)$
$\quad + 19{\cdot}41 \cos 4\ (\lambda - 221\ 44{\cdot}0)$
$\quad - 18{\cdot}41 \cos 5\ (\lambda - 237\ 46{\cdot}6)$

$\Delta\rho = +1'67 - 938'48 \sin\ (\lambda - 118°\ 42'0)$
$\quad + 13{\cdot}40 \sin 2\ (\lambda - 105\ 43{\cdot}0)$
$\quad - 7{\cdot}37 \sin 3\ (\lambda - 102\ 21{\cdot}9)$
$\quad + 17{\cdot}91 \sin 4\ (\lambda - 126\ \ 4{\cdot}1)$
$\quad - 12{\cdot}52 \sin 5\ (\lambda - 105\ \ 8{\cdot}2)$

$\Delta\rho = +\ 23'76 - 891'08 \sin\ (\lambda - 233°\ 16'7)$
$\quad + 3{\cdot}02 \sin 2\ (\lambda - 224\ 44{\cdot}0)$
$\quad - 13{\cdot}04 \sin 3\ (\lambda - 236\ 37{\cdot}8)$
$\quad + 18{\cdot}85 \sin 4\ (\lambda - 240\ 26{\cdot}5)$
$\quad - 23{\cdot}16 \sin 5\ (\lambda - 224\ 43{\cdot}7)$

Die Reihe für $\Delta\rho$ sollte nur aus einem Gliede, dem der ersten Ordnung bestehen. In der Tat sind auch die Koeffizienten der anderen gegenüber dem ersten als sehr klein anzusehen und verdanken ihre Entstehung wohl nur den nicht ausgeglichenen statistischen Werten. Seine Bedeutung $R\,(\Delta L - \Delta l)$ führt unter den Annahmen $R = 1$ und $\Delta L = 1182'73$ neuerdings zu

$$\Delta l = 244'25 \quad \text{bez.} \quad 291'65,$$

aus denen nach dem dritten Kepler'schen Gesetze

$$\lg r = 0{\cdot}4634 \quad \text{bez.} \quad 0{\cdot}4054$$

folgt. Endlich ist das konstante Glied in der Entwicklung von $\rho\Delta\lambda = \frac{R}{\rho}\,a_0\,\Delta l$ und, wenn man mit

gleichem Grade der Annäherung wie bei den Koeffizienten λ und γ, das heißt, mit Vernachlässigung von $\frac{1}{4}\beta^2$, $a_0 = 1$ annimmt, wird dasselbe einfach $= r\,\Delta l$ und gibt für r die neuen Werte:

$$\lg r = \lg \frac{691{\cdot}52}{244{\cdot}25} = 0{\cdot}4520 \qquad \text{bez.} \quad \lg \frac{682{\cdot}84}{291{\cdot}65} = 0{\cdot}3995.$$

Als letzte Doppelreihe sei noch die für ρ^2 angeschrieben. Sie lautet

$$\begin{aligned}
\rho^2 = {} & 7{\cdot}5709 - 5{\cdot}0457 \cos (\lambda - 109^\circ\ 4{'}8) \\
& + 1{\cdot}0328 \cos 2 (\lambda - 111\ \ 6{\cdot}1) \\
& - 0{\cdot}3876 \cos 3 (\lambda - 124\ 33{\cdot}1) \\
& + 0{\cdot}6982 \cos 4 (\lambda - 143\ 24{\cdot}5) \\
& - 0{\cdot}3397 \cos 5 (\lambda - 116\ 23{\cdot}6)
\end{aligned} \qquad
\begin{aligned}
\rho^2 = {} & 7{\cdot}6887 - 4{\cdot}8157 \cos (\lambda - 241^\circ\ 7{'}1) \\
& + 0{\cdot}9381 \cos 2 (\lambda - 245\ 24{\cdot}6) \\
& - 0{\cdot}2878 \cos 3 (\lambda - 224\ 13{\cdot}9) \\
& + 0{\cdot}2567 \cos 4 (\lambda - 208\ \ 3{\cdot}3) \\
& - 0{\cdot}4493 \cos 5 (\lambda - 205\ 28{\cdot}6)
\end{aligned}$$

Aus den konstanten Gliedern, die der analytischen Entwicklung gemäß $= 1/\beta^2$ sind und aus den Koeffizienten zweiter Ordnung, die $= R$ sein sollen, erhält man

$$\begin{aligned}
\lg r &= 0{\cdot}4396 \quad \text{bez.} \quad 0{\cdot}4429 \\
\lg R &= 0{\cdot}0140 \qquad\quad\ \ 9{\cdot}9722.
\end{aligned}$$

9. Abzählungen der Planeten.

Die Angaben über die Zahl der Planeten in jeder einzelnen Doppelstunde der Länge oder Rektaszension finden sich schon oben p. 2 und 3 [312 und 313] vor. Ein theoretischer Ansatz zu ihrer Berechnung läßt sich auf Grund der folgenden Annahmen durchführen: 1. Die heliozentrische Verteilung der Planeten sei eine gleichförmige, das heißt, wird ihre Zahl auf dem Bogendifferential dl mit N bezeichnet, so sei

$$N = C dl.$$

2. Ihre geozentrische Verteilung sei damit durch

$$N' = C d\lambda : \frac{d\lambda}{dl}$$

definiert, werde also proportional zu $\frac{dl}{d\lambda}$ angesetzt, so daß man die Beziehung hat:

$$N' = N \frac{dl}{d\lambda}.$$

Der hier auftretende Umwandlungsfaktor $\frac{dl}{d\lambda}$ berechnet sich aus den Grundgleichungen

$$\begin{aligned}
\rho \cos \lambda &= r \cos l - R \cos L \\
\rho \sin \lambda &= r \sin l - R \sin L
\end{aligned}$$

durch deren Differentiation zu

$$\frac{dl}{d\lambda} = \frac{1}{1 + \frac{R}{\rho} \cos (\lambda - L)}$$

welcher Ausdruck nach Substitution von

$$\frac{R}{\rho} = \frac{\beta^2}{1-\beta^2} \cos (\lambda - L) + \frac{\beta}{1-\beta^2} \sqrt{1 - \beta^2 \sin (\lambda - L)}$$

und einer einfachen Transformation die Form

$$\frac{dl}{d\lambda} = 1 - \beta \frac{\cos (\lambda - L)}{\sqrt{1 - \beta^2 \sin^2 (\lambda - L)}}$$

annimmt und mit Rücksicht auf die Beziehung

$$\frac{\beta \cos(\lambda - L)}{\sqrt{1-\beta^2 \sin(\lambda - L)}} = \frac{\partial}{\partial \lambda}[\text{arc sin}(\beta \sin(\lambda - L))]$$

leicht in eine Fourier'sche Reihe entwickelt werden kann. Man erhält so

$$N' = N(1 - \varkappa_1 \cos(\lambda - L) + \varkappa_3 \cos 3(\lambda - L) - \varkappa_5 \cos 5(\lambda - L) + \ldots$$

wo die einzelnen Koeffizienten $\varkappa$ die Werte haben:

$$\varkappa_1 = \beta\left[1 + \frac{\beta^2}{8} + \frac{3\beta^4}{64} + \frac{25\beta^6}{1024} + \frac{245}{16384}\beta^8 + \ldots\right.$$

$$\varkappa_3 = \frac{\beta^3}{8}\left[1 + \frac{9\beta^2}{16} + \frac{45\beta^4}{128} + \frac{245}{1024}\beta^6 + \ldots\right.$$

$$\varkappa^5 = \frac{3\beta^5}{128}\left[1 + \frac{25\beta^2}{24} + \frac{380\beta^4}{192} + \ldots\right.$$

$$\varkappa_7 = \frac{5\beta^7}{1024}\left[1 + \frac{49\beta^2}{32} + \ldots\right.$$

Zur numerischen Auswertung verwendete ich jedoch nicht die direkten, p. 2 und 3 [312 und 313] mitgeteilten Zahlen, sondern glättete sie nach den bekannten statistischen Methoden, indem ich an Stelle einer bestimmten Zahl die Summe aus ihr und ihren beiden unmittelbaren Nachbarwerten setzte und diese Glättungsoperation zweimal nacheinander ausführte. Außerdem entnahm ich, um eine größere Anzahl von Rechnungsbeispielen zu einer exakteren Diskussion ihrer Ergebnisse zur Verfügung zu haben, der Planetenephemeride des Berliner Jahrbuchs für 1890 die Planetenzahlen in jeder Rektaszensionsdoppelstunde für das Intervall 1888, September 4. bis 24. und endlich verwendete ich noch die analogen Zahlen, die Dr. Lense in seiner Mitteilung »Die jovizentrische Bewegung der kleinen Planeten« in den Astronomischen Nachrichten, Band 196, Nr. 4700, 1913, gibt und die für das Intervall 1902, Jänner 4. bis 24. gültig sind und sich auf 307 Planeten beziehen.

Die einzelnen, den weiteren Rechnungen zugrunde liegenden Zahlen sind in der folgenden Zusammenstellung enthalten:

λ	I. 1888 Jänner 7.—27.		II. 1888 Mai 6.—26.		III. 1888 September 4.—24.		IV. 1902 Jänner 4.—24.	
	N' (rauh)	$9N'$ (geglättet)	N' (rauh)	$9N'$ (geglättet)	N' (rauh)	$9N'$ (geglättet)	N' (rauh)	$9N'$ (geglättet)
0	31	209	25	207	14	132	31	255
2	17	169	17	215	13	124	19	221
4	14	136	32	221	14	141	26	192
6	9	113	23	217	11	167	16	170
8	11	135	20	226	37	223	13	172
10	19	187	27	235	19	265	25	191
12	32	239	34	238	38	315	25	223
14	35	260	23	205	47	308	24	248
16	24	252	16	158	32	258	37	268
18	24	234	9	133	8	181	27	273
20	30	231	12	149	14	140	30	280
22	19	220	27	181	18	131	34	270
Summe	265	2385	265	2385	265	2385	307	2763

Sie lieferten die nachstehenden Fourier'schen Reihen:

$$\text{I: } N' = \frac{265}{12}\Big[1 - 0{\cdot}3188\cos(\lambda - 76^\circ\ 7') - 0{\cdot}1232\cos 2(\lambda - 96\ 53) - 0{\cdot}0101\cos 3(\lambda - 128\ 51) - 0{\cdot}0020\cos 4(\lambda - 109\ 44) - 0{\cdot}0085\cos 5(\lambda - 106\ 56)\Big]$$

$$\text{II: } N' = \frac{265}{12}\Big[1 - 0{\cdot}2058\cos(\lambda - 288^\circ\ 2') - 0{\cdot}1137\cos 2(\lambda - 270^\circ\ 55) - 0{\cdot}0215\cos 3(\lambda - 256\ 54) - 0{\cdot}0030\cos 4(\lambda - 249\ 20) - 0{\cdot}0018\cos 5(\lambda - 236\ 11)\Big]$$

$$\text{III: } N' = \frac{265}{12}\Big[1 - 0{\cdot}4721\cos(\lambda - 7^\circ\ 33') - 0{\cdot}1195\cos 2(\lambda - 11\ 4) - 0{\cdot}0411\cos 3(\lambda - 36\ 45) - 0{\cdot}0073\cos 4(\lambda - 22\ 30) - 0{\cdot}0134\cos 5(\lambda - 20\ 18)\Big]$$

$$\text{IV: } N' = \frac{307}{12}\Big[1 - 0{\cdot}2380\cos(\lambda - 106^\circ\ 20') - 0{\cdot}0340\cos 2(\lambda - 99\ 13) - 0{\cdot}0026\cos 3(\lambda - 150\ 0) - 0{\cdot}0007\cos 4(\lambda - 74\ 46) - 0{\cdot}0033\cos 5(\lambda - 120\ 47)\Big]$$

Man kann nicht sagen, daß die Winkel L in diesen Reihen sowohl untereinander als auch mit denen in den vorher entwickelten (für die Reihe III sollte $L = 350$, und für IV $L = 113^\circ$ sein) in genügender Übereinstimmung stehen. Auch sollen sie bloß Glieder ungerader Ordnung enthalten, während gerade die Glieder zweiter Ordnung gegenüber denen der dritten recht groß sind. Dies erweckt den Verdacht, als ob das Prinzip, auf dem sie aufgebaut sind, das nämlich, daß die heliozentrische Verteilung der Planeten eine gleichmäßige sei, nicht zutrifft und man hat nunmehr die Aufgabe zu lösen, das Gesetz dieser Verteilung aus den vorliegenden Daten abzuleiten. Der Versuch einer solchen Lösung sei noch im folgenden gegeben.

Aus den Zahlen N', die die geozentrische Verteilung der Planeten darstellen, lassen sich auf Grund der Beziehung

$$N' = N\left[1 - \frac{\beta\cos(\lambda - L)}{\sqrt{1 - \beta^2\sin^2(\lambda - L)}}\right]$$

die Zahlen N, die der Ausdruck deren heliozentrischen Verteilung sind, berechnen, sobald man in dem Reduktionsfaktor

$$F = 1 \quad \frac{\beta\cos(\lambda - L)}{\sqrt{1 - \beta^2\sin^2(\lambda - L)}}.$$

die Größe L als bekannt ansieht und für $\beta = R{:}r$ einen Näherungswert ansetzt. Mit den angenommenen Werten $\lg\beta = 9{\cdot}5500$; das heißt $\lg r = 0{\cdot}4500$, ferner für die vier Daten

$$\text{I: } L = 117^\circ \quad \text{II: } L = 234^\circ \quad \text{III: } L = 350^\circ \quad \text{IV: } L = 113^\circ$$

berechnete ich aus den geglätteten Zahlen N', die sich auf die geozentrische Verteilung der Planeten beziehen, deren entsprechenden die heliozentrische darstellenden N — und glättete sie nochmals durch Mitteln je dreier aufeinanderfolgenden Nachbarwerte. Die aus dieser Rechnung sich ergebenden Zahlen sind in der auf folgender Seite befindlichen Tabelle ersichtlich.

Sie lassen ein, natürlich durch das wiederholte Glätten hervorgerufenes, fast zu regelmäßiges Ansteigen gegen ein Maximum im Betrage von 28, das bei den Längen $\lambda = 12^h - 14^h$ auftritt und ein Abfallen gegen ein Minimum von 18 bei $\lambda = 0^h$ erkennen, während der einer gleichförmigen Verteilung entsprechende Mittelwert $265 : 12 = 22{\cdot}1$, beziehungsweise $307 : 12 = 25{\cdot}6$ wäre. Behandelt man sie, um die Lage der Verdichtungsstelle genauer zu fixieren, nach der Methode der harmonischen Analyse, so

λ	I.		II.		III.		IV.	
	geozentrisch	heliozentrisch	geozentrisch	heliozentrisch	geozentrisch	heliozentrisch	geozentrisch	heliozentrisch
0h	23·2	18·9	23·1	18·0	14·7	19·9	28·3	24·2
2	18·8	18·8	23·9	17·7	13·8	19·4	24·6	25·3
4	15·1	19·0	24·5	17·9	15·7	18·9	21·3	26·5
6	12·5	20·5	24·1	19·2	18·5	19·2	18·9	27·5
8	15·0	23·4	25·1	22·2	24·8	21·1	19·1	28·3
10	20·8	26·8	26·1	26·1	29·4	23·9	21·2	28·3
12	26·6	28·2	26·4	28·9	35·0	26·5	24·8	27·4
14	28·9	26·7	22·8	28·8	34·2	27·1	27·6	25·9
16	28·0	23·7	17·5	25·9	28·7	25·4	29·8	24·3
18	26·0	20·8	14·8	22·2	20·1	22·7	30·3	23·1
20	25·7	19·3	16·6	19·6	15·6	20·8	31·1	22·9
22	24·4	18·9	20·1	18·5	14·5	20·1	30·0	23·3
Summe	265		265		265		307	

ergeben sich die folgenden rasch konvergierenden Reihen, die nur aus zwei Gliedern bestehen (die Koeffizienten der anderen liegen unter 0·005 und ich führe sie nicht weiter an)

$$\text{I: } N = \frac{265}{12}\,[1 + 0{\cdot}2065 \cos (\lambda - 181^\circ\ 53') + 0{\cdot}0657 \cos 2 (\lambda - 179\ \ 15')]$$

$$\text{II: } N = \frac{265}{12}\,[1 + 0{\cdot}2547 \cos (\lambda - 196^\circ\ 16') + 0{\cdot}0675 \cos 2 (\lambda - 191\ \ 21')]$$

$$\text{III: } N = \frac{265}{12}\,[1 + 0{\cdot}1332 \cos (\lambda - 208^\circ\ 26') + 0{\cdot}0689 \cos 2 (\lambda - 191\ \ 57')]$$

$$\text{IV: } N = \frac{307}{12}\,[1 + 0{\cdot}1281 \cos (\lambda - 126^\circ\ 28') + 0{\cdot}0217 \cos 2 (\lambda - 168\ \ 21')]$$

Die drei ersten geben für die Lage des Verdichtungsknotens die Mittelwerte:

$$L_1 = 180^\circ\ 34' \qquad L_2 = 193^\circ\ 49' \qquad L_3 = 200^\circ\ 12'$$

und deuten damit an, daß sie im Raume nicht konstant, sondern sich in der Zeit von 1888 Jänner 17. bis September 14. um etwa 20° weiter bewegte. Bemerkt man, daß die Bewegung des Jupiter in dem gleichen Zeitintervalle von 240 Tagen ebenfalls 20° zählt, so wäre man versucht anzunehmen, daß die Verdichtungsstelle mit dem Jupiter fortschreite. Doch dieser Annahme widerspricht der Winkelwert in der für 1902 Jänner 14. gültigen Reihe IV, für den $L_4 = 147^\circ$ das Mittel ist, während er, da die Bewegung des Jupiter in dieser Zwischenzeit von 1888 Jänner 17 bis 1902 Jänner 4 404° ist, $L_4 = 224^\circ$ sein sollte. Die Frage, wie die Bewegung des Verdichtungsknotens in der heliozentrischen Verteilung der kleinen Planeten mit der des Jupiter zusammenhängt, braucht einer eingehenderen Untersuchung, deren Durchführung jedoch zunächst hier nicht beabsichtigt ist. Ist ja doch die Tatsache, daß die Verteilung der Bahnelemente der kleinen Planeten in irgend einer Weise zum Jupiter in Beziehung steht, seit lange allgemein bekannt. In neuester Zeit beschäftigte man sich vielfach mit dem Aufsuchen der da auftretenden Gesetzmäßigkeiten. Aber die betreffenden Abhandlungen von S. Barton im Astr. Journ. 30, p. 41, und Plummer in Monthl. Not. 76, p. 378, sind mir nur aus der kurzen Inhaltsangabe in Kobold's Literarischer Beilage zu den Astr. Nachr., Nr. 39, bekannt.

10. Bestimmung der Begrenzungskurve aus den Planetenzahlen.

Aus der Gleichung

$$N' = N\left(1 - \frac{\beta \cos(\lambda - L)}{\sqrt{1-\beta^2 \sin^2(\lambda - L)}}\right),$$

in der N' die geozentrische Verteilung der Planeten bedeutet und N deren heliozentrische, jedoch schon wegen ihrer ungleichförmigen Dichte korrigierte ist, läßt sich die Größe β sowie der Winkel L, das ist die Lage des Erdortes, oder was damit identisch ist, die Gleichung der Begrenzungskurve ableiten. Man setze zu diesem Zwecke

$$\frac{\beta \cos(\lambda - L)}{\sqrt{1-\beta^2}} = \xi \quad \text{d. h.} \quad \frac{\sqrt{1-\beta^2 \sin^2(\lambda - L)}}{\sqrt{1-\beta^2}} = \sqrt{1+\xi^2}$$

als Unbekannte an und erhält damit 12 Gleichungen von der Form

$$N' = N\left(1 - \frac{\xi}{\sqrt{1+\xi^2}}\right),$$

aus denen, wenn man die zu einem bestimmten λ-Werte zugehörigen N'-Werte mit N_1'; die zu $180 + \lambda$ gehörigen dagegen mit N_2' bezeichnet,

$$N_1' = N\left(1 - \frac{\xi}{\sqrt{1+\xi^2}}\right) \qquad N_2' = N\left(1 + \frac{\xi}{\sqrt{1+\xi^2}}\right)$$

folgt. Die Division beider gibt die sechsfach zu zählende Gleichung

$$\frac{N_1'}{N_2'} = m = \frac{\sqrt{1+\xi^2} - \xi}{\sqrt{1+\xi^2} + \xi}$$

aus der sich ergibt

$$\xi = \frac{1-m}{2\sqrt{m}}.$$

Führt man nunmehr als neue Unbekannte ein

$$D = \frac{\beta \cos L}{\sqrt{1-\beta^2}} \qquad E = \frac{\beta \sin L}{\sqrt{1-\beta^2}},$$

so erhält man das neue Gleichungssystem

$$\xi = \frac{1-m}{2\sqrt{m}} = D \cos\lambda + E \sin\lambda,$$

das man nach der Methode der kleinsten Quadrate oder nach einem anderen Näherungsverfahren aufzulösen hat.

Bei Anwendung der folgenden, wegen der ungleichförmigen heliozentrischen Verteilung schon korrigierten N'-Werte

I 1888 Jänner 7.—27: $N' =$	26·9	21·8	17·1	13·0	13·6	17·3	
	21·8	24·6	26·0	26·6	28·4	27·9	Summe = 265
II 1888 Mai 6—26: $N' =$	27·2	28·4	28·6	26·2	24·2	22·1	
	20·8	17·7	14·4	14·2	18·0	23·2	» = 265

erhielt ich

$$\text{I: } D = +0{\cdot}1250 \qquad E = -0{\cdot}3356$$
$$\text{II: } D = +0{\cdot}1547 \qquad E = +0{\cdot}2665$$

und aus ihnen

$$\text{I } L = 110^\circ\ 26' \qquad \lg \beta/\sqrt{1-\beta^2} = 9{\cdot}5540 \quad \lg r = 0{\cdot}1722$$
$$\text{II } L = 239\ \ 52 \qquad \lg \beta/\sqrt{1-\beta^2} = 9{\cdot}4888 \quad \lg r = 0{\cdot}5309.$$

11. Graphische Methoden der Bestimmung der Begrenzungskurven.

Diese ganz elementare Methode der Bestimmung des Erdortes in dem Kreise, in dem der Schwarm der Planeten sich um die Sonne bewegt, ist zu einfach, als daß sie nicht auch eine rein graphische Lösung der vorliegenden Aufgabe gestatten würde, die sodann auch auf die Bewegungsgrößen $\Delta\lambda$ und $\Delta\rho$ ausgedehnt werden könnte.

Man ziehe, wenn man es vorerst mit den Planetenzahlen zu tun hat, einen Kreis, teile ihn in 12 Teile und bezeichne die einzelnen Teilungspunkte mit $0^h = 0$ Planeten, $2^h = 22$ Planeten, $4^h = 44$ und so fort entsprechend der Annahme, daß deren heliozentrische Verteilung eine gleichförmige ist, somit von ihnen auf jede Doppelstunde in Länge $265 : 12 = 22$ entfallen. In geozentrischer Richtung für die die entsprechenden Planetenzahlen schon oben angeführt sind, dagegen hat man, wenn die geozentrischen Längenstunden mit römischen Zahlzeichen angedeutet werden $0^h \equiv 0^h$, $II^h \equiv 26{\cdot}9$ $IV^h \equiv 26{\cdot}9 + 21{\cdot}8 = 48{\cdot}7$ und so fort anzusetzen und erhält so die folgende leicht verständliche Konstruktionstafel.

1888 Jänner 7.–27.

heliozentrisch		geozentrisch			heliozentrisch		geozentrisch		
0^h	0	0^h	0	0	14^h	154	XIV^h	24·6	131·5
2	22	II	26·9	26·9	16	176	XVI	26·0	156·1
4	44	IV	21·8	48·7	18	198	XVIII	26·6	182·1
6	66	VI	17·1	65·8	20	220	XX	28·4	208·7
8	88	VIII	13·0	78·8	22	242	XXII	27·9	237·1
10	110	X	13·6	92·4	0	265	0	—	265·0
12	132	XII	21·8	109·7					

Sowie nun die Verbindungslinien der heliozentrischen Teilungspunkte 0^h-6^h, 2^h-8^h, 4^h-10^h und so fort sich in einem Punkte, dem Sonnenorte S schneiden, so werden auch die geozentrischen 0—VI, II—VIII, IV—X usw. miteinander verbunden, wenn auch nur genähert, in einem Punkte zusammenkommen und dies ist der gesuchte Erdort.

Danach ist Fig. 1, p. 28 [338], angelegt.

Fig. 1.

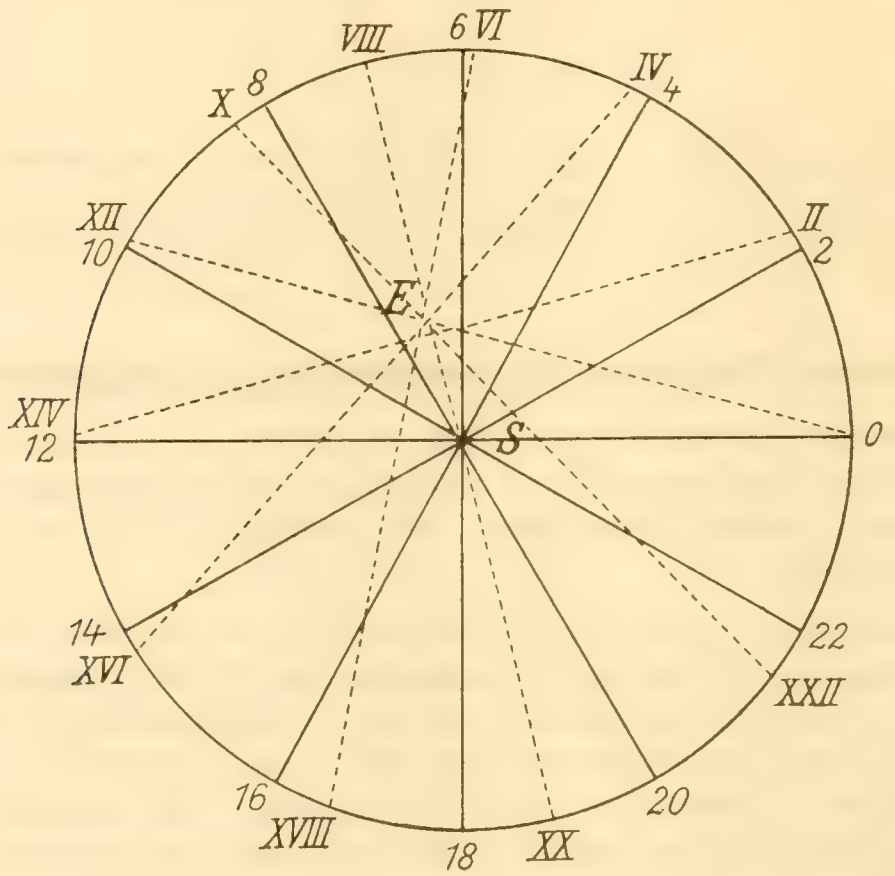
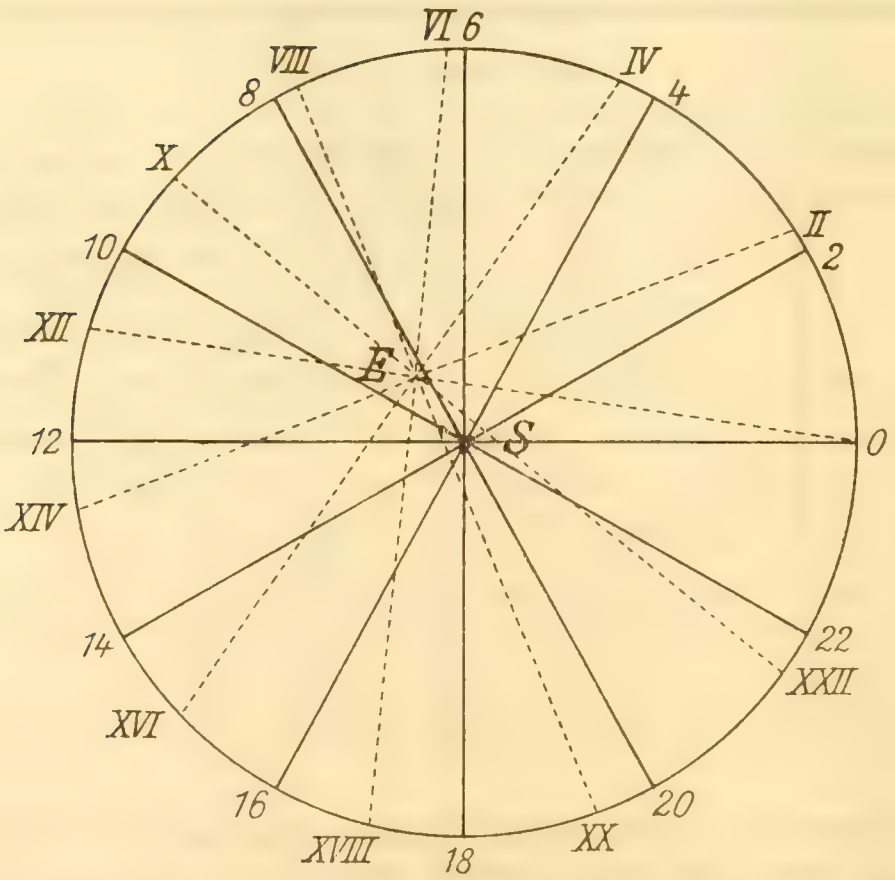


Fig. 2.



Analog läßt sich auch die Zeichnung bezüglich der Bewegungsgrößen $\Delta\lambda$ ausführen. Die Angaben über sie sind auf p. 20 [330] enthalten. Doch sind sie vorerst von ihrem konstanten Teil zu befreien, damit

ihre Summe sich auf Null reduziere. Die Einzelwerte, in Graden ausgedrückt, für das erste Datum 1888 Jänner 7.—27 sind:

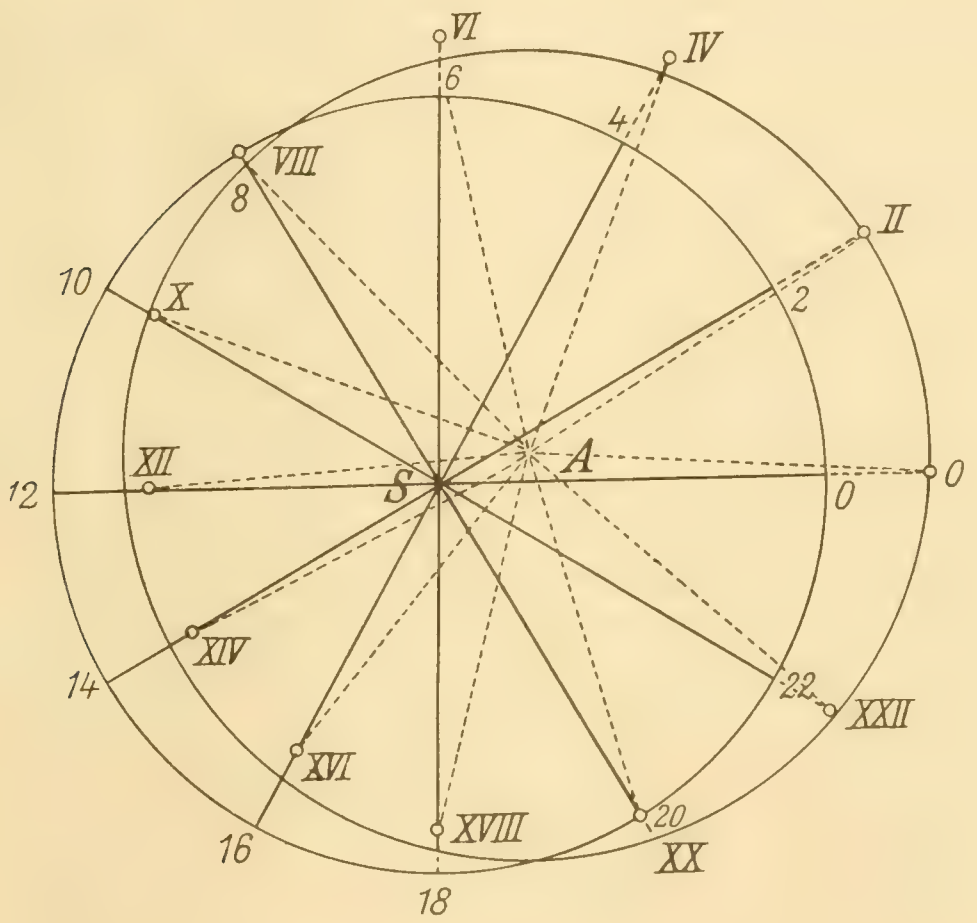
$$+4°4 \quad +1°5 \quad -3°2 \quad -6°1 \quad -7°9 \quad -6°1$$
$$-2·0 \quad +1·0 \quad +3·3 \quad +5·1 \quad +5·3 \quad +4·7.$$

Sie sagen aus, daß, während die heliozentrische Bewegung stets 30° beträgt, die geozentrische dagegen um diese Beträge bald größer bald kleiner ist. Man erhält so die folgende Konstruktionstafel nach der Fig. 2 angelegt ist.

1888 Jänner 7.—27.

heliozentrisch		geozentrisch			heliozentrisch		geozentrisch		
0^h	0°	0^h	0°	0°	14^h	210°	XIV^h	− 2°0	190°6
2	30	II	+ 4·4	34·4	16	240	XVI	+ 1·0	221·6
4	60	IV	+ 1·5	65·9	18	270	XVIII	+ 3·3	254·9
6	90	VI	− 3·2	92·7	20	300	XX	+ 5·1	290·0
8	120	VIII	− 6·1	116·6	22	330	XXII	+ 5·3	325·3
10	150	X	− 7·9	138·7	0	360	0	+ 4·7	360·0
12	180	XII	− 6·1	162·6					

Fig. 3.



Der Vergleich der beiden Figuren 1 und 2 zeigt eine der graphischen Darstellung vollgenügende Übereinstimmung in der Richtung, in der der Erdort E gegenüber S liegt, wie auch in der Größe der Exzentrizität.

Die zweite Bewegungsgröße $\Delta\rho$, deren Einzelwerte, in Bogenminuten angesetzt, sich auf p. 15 [325] vorfinden und die ich zur Konstruktion, ausgedrückt in Teilen des Radius, hier nochmals folgen lasse:

$$+0\cdot2391 \quad +0\cdot2703 \quad +0\cdot2380 \quad +0\cdot1373 \quad -0\cdot0102 \quad -0\cdot1442$$

$$-0\cdot2412 \quad -0\cdot2708 \quad -0\cdot2303 \quad -0\cdot1207 \quad -0\cdot0083 \quad +0\cdot1470$$

führen direkte zur Zeichnung eines zweiten, gegen den die heliozentrische Bewegung darstellenden exzentrisch gelegenen Kreises, dessen Mittelpunkt hier jedoch nicht nach dem Erdort, sondern nach dem Apex der Erdbewegung hinweist, so daß die Richtung SA in der Fig. 3 auf den analogen in 1 und 2 senkrecht steht.

NEUE AMMONOIDEA LEIOSTRACA AUS DEN HALLSTÄTTER KALKEN DES SALZKAMMERGUTES

VON

DR. CARL DIENER

W. M. A. W.

MIT 19 TEXTFIGUREN UND 4 TAFELN

VORGELEGT IN DER SITZUNG AM 12. JUNI 1919

Der im Band 96 dieser Denkschriften veröffentlichten Beschreibung der neuen Nautiloideenarten aus dem Hallstätter Material in den Sammlungen Heinrich und Kittl lasse ich nunmehr jene der *Ammonoidea* folgen.

Die vorliegende Abhandlung enthält die Beschreibung der *Ammonoidea leiostraca*, der ersten der beiden großen Hauptabteilungen, in die E. v. Mojsisovics im Jahre 1882 die Ammoniten der Triasperiode zerlegt hat. Die Einwendungen, die gegen diese Einteilung von verschiedenen Autoren erhoben worden sind, haben ohne Zweifel ihre volle Berechtigung — selbst wenn man von der nicht eben glücklichen Wahl der Namen *trachyostraca* und *leiostraca* absieht, denen die Beschaffenheit der Schale an Stelle des Hauptmerkmals, nämlich der Lobenentwicklung, zugrunde gelegt erscheint. Es entspricht vor allem keineswegs den Anforderungen an eine natürliche Systematik, wenn eine Klassifikation der triadischen Ammoniten außer Zusammenhang mit jener der Ammoniten aus den vorangehenden und nachfolgenden Perioden der Erdgeschichte bleibt. Nichtsdestoweniger trage ich kein Bedenken, von dieser Einteilung hier aus Zweckmäßigkeitsgründen Gebrauch zu machen, indem ich mich in dieser Hinsicht einer von W. Waagen[1] in seiner Monographie der Ammoniten aus den Ceratitenschichten der Salt Range geäußerten Meinung anschließe. Ich betone jedoch ausdrücklich, daß es lediglich Gründe praktischer Natur sind, die mich dazu bestimmen und daß es mir ferne liegt, behaupten zu wollen, daß die *Ammonoidea leiostraca* und *trachyostraca* in der Fassung von E. v. Mojsisovics tatsächlich zwei großen natürlichen Hauptabteilungen der Ammoniten entsprechen, wenngleich eine solche Annahme wenigstens für die Ammoniten der Triasperiode immerhin zutreffen mag.

Die vorliegende Abhandlung enthält somit die Beschreibung von Vertretern der Familien: *Arcestidae, Cladiscitidae, Lobitidae, Phylloceratidae, Megaphyllitidae, Pinacoceratidae* und *Gymnitidae*, die sich auf die Genera, beziehungsweise Subgenera: *Arcestes* Suess, *Proarcestes* Mojs., *Pararcestes*

[1] W. Waagen, Fossils from the Ceratite formation. Palaeontologia Indica, ser. XIII. Salt Range Fossils, Vol. II, 1895, p. 18.

Mojs., *Ptycharcestes* Mojs., *Cladiscites* Mojs., *Hypocladiscites* Mojs., *Coroceras* Hyatt, *Rhacophyllites* Zittel, *Discophyllites* Hyatt, *Megaphyllites* Mojs., *Pinacoceras* Mojs., *Pompeckjites* Mojs., *Placites* Mojs. und *Sturia* Mojs. verteilen.

Fam. **Arcestidae** Mojs.

Gen. **Arcestes** Suess.

Wohl allen Palaeontologen, die sich mit dem Studium triadischer Ammonitenfaunen beschäftigt haben, sind die Schwierigkeiten bekannt, die sich einer spezifischen Bestimmung von Vertretern der Gattung *Arcestes* entgegenzustellen pflegen. Diese Schwierigkeiten liegen nicht so sehr in der von E. v. Mojsisovics begründeten Systematik als in den Objekten selbst. Änderungen in der Gestalt der Wohnkammer gegenüber jener der inneren Kerne, das Auftreten, beziehungsweise Fehlen innerer oder äußerer Schalenwülste und Kontraktionen sowie deren gelegentliche Beschränkung auf die inneren Umgänge oder auf die Schlußwindung sind so auffällige, bei der Untersuchung eines reicheren Materials in die Augen springende Merkmale, daß jede Systematik ihnen naturgemäß Rechnung tragen muß. Auch die von E. v. Mojsisovics begründete Systematik ist von ihnen ausgegangen.

Im Wesen dieser Merkmale liegt es, daß sie nur an vollständig erhaltenen Exemplaren sich nachweisen lassen. Innere Kerne von Arcesten ohne Wohnkammer müssen infolgedessen unbestimmt bleiben. Aber auch ein einzelnes Wohnkammerexemplar läßt mitunter eine sichere spezifische Bestimmung nicht zu, woferne es nicht gelingt, auch die inneren Umgänge sichtbar zu machen.

O. Welter (»Die obertriadischen Ammoniten und Nautiliden von Timor« Palaeontol. v. Timor, I. Liefg. 1914, p. 180) hat diesen Nachteil unter Betonung der Einseitigkeit des von E. v. Mojsisovics vertretenen Standpunktes beklagt, ohne jedoch einen besseren an dessen Stelle setzen zu können. In der Tat glaube ich nicht an die Möglichkeit einer anderen auf einer neuen Grundlage aufgebauten Systematik, die innere Kerne ohne Berücksichtigung der Wohnkammern zu bestimmen gestatten möchte. Die Palaeontologie würde ihres Charakters als eine biologische Wissenschaft entkleidet werden, wenn man bei der Unterscheidung der Untergruppen eines Genus und der Spezies konstante Merkmale nur deshalb nicht berücksichtigen dürfte, weil sie an Durchschnittsstücken oder unvollständigen Exemplaren nicht sichtbar sind. *Arcestes* ist nicht die einzige Ammonitengattung, deren Spezies ohne Kenntnis der Wohnkammer nicht unterschieden werden können. Auch bei *Perisphinctes*, einem der häufigsten Genera des Oberjura, wird man häufig genug in die Lage kommen, gekammerte Kerne unbestimmt lassen zu müssen.

Nicht nur gekammerte Kerne, auch Wohnkammerexemplare von *Arcestes* ohne Peristom lassen nur ausnahmsweise eine spezifische Bestimmung zu. Die auffallendsten Veränderungen in der Form des Gehäuses treten in sehr vielen Fällen, insbesondere in den Gruppen der *Arcestes intuslabiati* und *coloni*, erst in der unmittelbaren Nähe des Mundrandes ein, der selbst wieder sehr verschiedenartig gestaltet sein kann. Bald erscheint er am Konvexteil ein wenig nach rückwärts ausgeschnitten, bald in einem vorgezogenen Lappen verlaufend, nicht selten rechteckig begrenzt, gelegentlich in auffallender Weise verengt. Die Zahl der bestimmbaren Stücke von *Arcestes* in einem Material aus den Hallstätter Kalken des Salzkammergutes steht daher fast immer in einem schreienden Mißverhältnis zu der Zahl derjenigen, die mit der ominösen Bezeichnung »*sp. ind.*« versehen werden müssen, deren Anwendung dem eine Fixierung des stratigraphischen Niveaus anstrebenden Palaeontologen so peinlich zu sein pflegt. Diese Tatsache ist um so unangenehmer als das Cephalopodenmaterial aus Ablagerungen der Hallstätter Fazies zumeist Arcesten in überwältigender Überzahl enthält. E. v. Mojsisovics (Cephal d. Hallstätter Kalke, Abhandl. k. k. Geol. Reichsanst. VI/1, 1873, p. 72) selbst betont, daß er viele innere Kerne und vereinzelte Wohnkammerexemplare unbeschrieben lassen mußte, daß seine Beiträge zur Kenntnis der Hallstätter Arcesten sehr fragmentarisch seien und keineswegs den ganzen Formenreichtum dieser Gattung in den Hallstätter Schichten darstellen. Von dem Umfang des unberücksichtigt

gebliebenen Materials konnte ich mich bei der Durchsicht der im Besitz der Geologischen Reichsanstalt befindlichen Sammlung von Hallstätter Ammoniten überzeugen. Es ist in der Tat nur ein Bruchteil desselben, der zu der Aufstellung von rund hundert Arten Gelegenheit geboten hat.

Ich sehe mich veranlaßt, dieser Zahl nicht weniger als 16 neue Spezies hinzuzufügen, die sämtlich auf vorzüglich erhaltene Exemplare aus der Sammlung des Herrn Dr. Heinrich begründet und zumeist ebensowohl durch Wohnkammerindividuen mit unverletztem Peristom als durch innere Kerne vertreten sind. Ihre Trennung von den bisher beschriebenen ist mir durch den Vergleich mit den der Monographie von E. v. Mojsisovics zugrunde liegenden Originalstücken im Museum der Geologischen Reichsanstalt wesentlich erleichtert worden. Ich gestehe offen, daß gerade bei diesen Formen auch die besten Illustrationen die Originale selbst nicht zu ersetzen imstande sind, umsoweniger, wenn die letzteren, wie das bei E. v. Mojsisovics gelegentlich der Fall ist, vom Zeichner bis zu einem gewissen Grade geschmeichelt erscheinen. In derartigen Fällen vermag nur die Untersuchung der Originale auf den richtigen Weg zu leiten.

Bei manchen Formen hat mir die Einreihung in eine der von E. v. Mojsisovics aufgestellten Gruppen, beziehungsweise Untergattungen einige Schwierigkeiten bereitet. E. v. Mojsisovics hat im Jahre 1893 das Genus *Arcestes* Suess, dem er schon 1879, beziehungsweise 1882, die noch heute übliche engere Fassung gegeben hatte,[1] in die vier Subgenera: *Arcestes s. s.*, *Proarcestes*, *Pararcestes* und *Ptycharcestes* zerlegt und diesen im Jahre 1895 noch ein fünftes, *Stenarcestes*, hinzugefügt. An dieser Einteilung, die im Jahre 1908 von Kittl[2] durch die Aufstellung eines sechsten Subgenus, *Anisarcestes*, ergänzt worden ist, kann auch heute noch festgehalten werden.

Das Subgenus *Arcestes s. s.*, als dessen Typus die Gruppe der *Arcestes galeati* anzusehen ist, wird von E. v. Mojsisovics auf jene Formen beschränkt, bei welchen die Gestalt der Wohnkammer von jener der inneren Kerne abweicht und Schalenfurchen, beziehungsweise innere Schalenwülste (*varices*) auf die inneren Windungen beschränkt bleiben. Bei *Proarcestes* zeigt sich weder in der Gestalt noch in dem Auftreten von *labiae* und *varices* ein Unterschied zwischen der Schlußwindung und den inneren Umgängen. Bei *Pararcestes* setzen zwar die *labiae* und *varices* von den inneren Kernen auf die Wohnkammerwindung fort, doch zeigt die letztere eine von den ersteren abweichende Gestalt, wie bei *Arcestes s. s. Ptycharcestes* repräsentiert einen durch seine aus Rippenfalten bestehende Radialskulptur der Schlußwindung ausgezeichneten Typus, dem *labiae* und *varices* zu fehlen scheinen. *Stenarcestes*, der Gruppe der *Arcestes subumbilicati* entsprechend, umfaßt scheibenförmige, in ihrer äußeren Gestalt an *Joannites* Mojs. erinnernde Arcesten mit inneren Schalenwülsten, vertieftem, häufig von einer Rinne umgebenem Nabel und zahlreichen Lobenelementen. Der Name *Anisarcestes* wurde von Kittl, für Pararcesten vorgeschlagen, deren äußere Windungen flach und mit Labien versehen, deren innere Kerne dagegen globos und glatt sind.

Eine reinliche Scheidung der einzelnen Subgerera nach den von E. v. Mojsisovics zu einer solchen herangezogenen Merkmalen ist keineswegs in allen Fällen möglich. Die Zuteilung einzelner Arten zu *Arcestes s. s.* oder zu *Pararcestes* z. B. bereitet mitunter ernste Schwierigkeiten, insbesondere, wenn es sich um Vertreter der *Arcestes coloni* handelt, die mit der Gruppe der *A. sublabiati* (*Pararcestes*) gelegentlich eine überraschende Ähnlichkeit aufweisen.

Für die Gruppe der *Arcestes sublabiati* gilt nach E. v. Mojsisovics (l. c. 1875, p. 94) das Übergreifen innerer Schalenwülste auf die Schlußwindung als bezeichnend, deren Gestalt von jener der inneren Kerne mindestens durch die Verengerung des Nabels abweicht. Für die *Arcestes coloni* hingegen soll die im zweiten Bande der oben zitierten Monographie (p. 786) aufgestellte Diagnose des

---

[1] E. v. Mojsisovics: Vorläufige kurze Übersicht der Ammonitengattungen der mediterranen und juvavischen Trias. Verh. k. k. Geol. Reichsanst. 1879, p. 134.

[2] E. Kittl: Beitrag zur Kenntnis der Triasbildungen der nordöstlichen Dobrudscha. Denkschr. kais. Akad. d. Wissensch. Wien, math.-nat. Kl., LXXXI, 1908, p. 507.

Subgenus *Arcestes s. s.* gelten: »Die inneren Kerne sind mit Labien versehen. Die Wohnkammer, welche eine abweichende Gestalt annimmt und in der Regel am Nabel mittels eines Callus verschlossen ist, zeigt sich dagegen vollständig frei von Labien.«

Dem entgegen heißt es bei E. v. Mojsisovics in der Beschreibung des *Arcestes colonus*, der typisches Spezies der Gruppe (l. c. 1875, p. 102): »Die Schlußwindung zeigt noch in dem ersten Drittel eine schwache Schalenfurche.« Desgleichen in der Beschreibung des *A. bufo* (l. c. p. 102): »Im ersten Viertel der Schlußwindung steht noch, wie bei *A. colonus*, ein Schalenwulst.« Bei *A. tomostomus* (l. c. p. 105) wird eine seitlich dicht hinter dem Mundsaum verlaufende innere Schalenleiste erwähnt. Bei *A. Antonii* (l. c. p. 106) fehlen die inneren Schalenleisten auf den inneren Kernen mitunter vollständig, wohl aber findet sich eine solche auf der Innenseite der Flanke entlang der Mündung. Da es auch *Sublabiati* gibt, bei denen die inneren Schalenwülsten auf den gekammerten Kernen fehlen und im Bereich der Wohnkammer nur ein Varix, der das Peristom begleitet, in auffallender Weise zur Geltung kommt, so läßt sich wohl kaum in Abrede stellen, daß die Gruppen der *Arcestes coloni* und *A. sublabiati* ineinander verfließen und daß eine scharfe Scheidung zwischen denselben nicht vorgenommen werden kann.

Auch bei manchen Arten der *A. intuslabiati* reichen innere Schalenwülste bis in den Beginn der Schlußwindung, so bei *A. decipiens* v. Mojsisovics (l. c. p. 133) oder bei *A. dimidiatus*, den Kittl aus diesem Grunde in das Subgenus *Pararcestes*, beziehungsweise in seine neue Untergattung *Anisarcestes* verwiesen hat. J. Simionescu[1] rechnet zu der letzteren die folgenden sieben Arten:

Arcestes dimidiatus v. Mojsisovics
» *subdimidiatus* Kittl.
» *Kittlii* Sim.
» *periolcus* Mojs.
» *conjungens* Mojs.
» *pachystomus* Mojs.
» *Mrazeci* Sim.

Unter diesen Arten sind drei — *Arcestes periolcus, A. conjungens* und *A. pachystomus* — von E. v. Mojsisovics der Gruppe der *Arcestes coloni*, also der Untergattung *Arcestes s. s.* zugezählt worden. Keine derselben entspricht der Diagnose, die Kittl und Simionescu für *Anisarcestes* gegeben haben und die den Gegensatz zwischen kräftigen Schalenwülsten auf der Wohnkammer und glatten inneren Kernen in den Vordergrund stellt. Wenn man von der äußeren Form allein ausgehen wollte, so könnte man, wie das schon E. v. Mojsisovics betont hat, *Arcestes periolcus* eher zu *Stenarcestes* stellen. Für eine Vereinigung mit *Anisarcestes* liegt mit Rücksicht auf die Abwesenheit von Schalenwülsten im Bereich der Wohnkammer kein Anlaß vor.

Daß auch bei den *Arcestes coloni* ganz glatte innere Windungen nicht fehlen, beweist *A. opertus* v. Mojsisovics (l. c., p. 110).

Auch innerhalb des Subgenus *Arcestes s. s.* vermag die Trennung der *A. coloni* von den *A. intuslabiati* Schwierigkeiten zu bereiten. Der Name der letzteren Gruppe beinhaltet kein Unterscheidungsmerkmal, da auch die typischen *coloni* auf den inneren Umgängen mit Labien versehen sind. E. v. Mojsisovics hat es leider unterlassen, eine klare und zureichende Diagnose beider Gruppen zu geben. Es wird zwar in der der Speziesbeschreibung vorangehenden kurzen Einleitung (l. c. p. 101) mitgeteilt, daß die *Arcestes coloni* »ein genetisch innig verknüpftes Ganze bilden«, aber eine Aufzählung der Merkmale unterlassen, durch welche die in jener Abteilung zusammengefaßten Arten verknüpft erscheinen. Ihre Charakteristik beschränkt sich auf die folgenden Angaben: »Die

[1] J. Simionescu: Les Ammonites triasiques de Hagighiol (Dobrogea) Acad. Romana, Publ. fundul. Vasile Adamachi, Boucarest, XXXIV, 1913, p. 87 (357).

Schlußwindung hat eine von den inneren, meist mit Schalenfurchen und Schalenwülsten ausgestatteten Kernen abweichende Gestalt. Die Mündung springt fast ausnahmslos in einem auf dem Konvexteil nach vorne gerundeten Lappen vor. Die Loben zeigen einen einfachen, niedrigen Siphonalhöcker. Die Sättel, insbesondere der mit einem großen äußeren Seitenast versehene Externsattel, erinnern durch die Details der Anlage an *Proarcestes*.«

Das erste und dritte Merkmal haben die *coloni* mit den *intuslabiati* gemeinsam. Das dritte würde einen guten Anhaltspunkt für die Unterscheidung beider Gruppen abgeben, wenn nicht E. v. Mojsisovics auch einige Formen mit einem nach vorne konvexen Lappen des Peristoms, wie *Arcestes agnatus* (l. c. p. 131), *A. probletostomus* (l. c. p. 131), *A. Richthofeni* (l. c. p. 132) ebenfalls mit den *intuslabiati* vereinigt hätte, die sonst in der Regel stumpfeckige, nicht selten Seitenhöcker tragende, nach rückwärts ausgeschnittene Mündungen besitzen. So bleibt nur das vierte Merkmal, der Bau der Sättel in der Suturlinie, als für eine Trennung beider Gruppen geeignet übrig.

E. v. Mojsisovics spricht wiederholt von dem hohen diagnostischen Wert der Suturlinie für die Trennung seiner verschiedenen Gruppen des Genus *Arcestes*. Die Bedeutung dieses Merkmals wird durch die Tatsache allein schon nicht unerheblich verringert, daß bei einer verhältnismäßig großen Zahl der von ihm selbst beschriebenen Arten die Suturlinie überhaupt nicht bekannt ist. Die Gruppe der *Arcestes galeati* enthält 2 unter 6, jene der *sublabiati* 5 unter 7, jene der *coloni* 10 unter 19, jene der *intuslabiati* 7 unter 31 Spezies, von deren Suturlinie weder eine Abbildung noch eine Beschreibung vorliegt. Es beziehen sich ferner die von ihm hervorgehobenen Unterschiede nur auf Details in der Ausbildung einzelner Sättel, da die seriale Anordnung der Lobenelemente bei *Arcestes* eine viel geringere Mannigfaltigkeit im Bau der Suturlinie als bei den meisten anderen triadischen Ammonitengattungen zuläßt. Diese Unterschiede liegen daher — abgesehen von der Zahl der außerhalb des Nabels auftretenden Elemente — fast ausschließlich in der etwas mehr oder weniger reichen Zerschlitzung der Hauptsättel, in der symmetrischen oder asymmetrischen Stellung der Seitenäste zur Medianachse des Externsattels und des ersten Lateralsattels, endlich in der häufigen Entwicklung eines größeren Seitenastes an der Außenseite des Externsattels.

Ein Blick auf Taf. LIII des ersten Bandes der Monographie von E. v. Mojsisovics zeigt, wie geringfügig die Unterschiede in den Suturlinien bei den einzelnen Gruppen in Wirklichkeit sind. Es gehört schon eine sehr genaue Vergleichung der Hauptsättel dazu, um solche überhaupt herauszufinden. Bei *Arcestes tacitus* (Fig. 23) oder *A. periolcus* (Fig. 27) aus der Gruppe der *coloni* zum Beispiel ist der tiefste äußerste Seitenast des Externsattels kaum stärker entwickelt als bei *A. oligosarcus* (Fig. 3) oder *A. leptomorphus* (Fig. 8) aus der Abteilung der *intuslabiati*. Zwischen den Suturlinien des *A. colonus* (Fig. 15) und *A. probletostomus* (Fig. 12) vermag ich überhaupt keinen Unterschied zu erkennen. Bei beiden ist ein niedriger Medianhöcker vorhanden, bei beiden stehen die Seitenäste des Externsattels asymmetrisch im Verhältnis zum axialen Hauptstamm, folgt auf der äußeren Seite über dem tiefsten ein stärker ausladender, reicher gegliederter Seitenast. Auch in der Abteilung der *intuslabiati* fehlt es daher keineswegs an Formen, die sich einzelnen Spezies der *coloni* im Bau der Hauptsättel außerordentlich nähern. Es dürfte mithin auch der Suturlinie nicht jene grundlegende Bedeutung für die Unterscheidung der verschiedenen Gruppen zukommen, wie das E. v. Mojsisovics annehmen zu sollen glaubte.

Daß die symmetrische, beziehungsweise asymmetrische Anordnung der Seitenäste zu beiden Seiten der Medianachse des Externsattels nur ein Merkmal von untergeordneter Bedeutung ist, geht wohl schon aus der Beobachtung von E. v. Mojsisovics an *Stenarcestes subumbilicatus* (l. c. p. 143) hervor, daß bei dieser Art Individuen häufig sind, deren Externsattel auf der einen Schalenhälfte durch eine asymmetrische, auf der anderen durch eine symmetrische Verteilung der Seitenäste auf der Außen- und Innenseite ausgezeichnet erscheinen.

Subgen. **Arcestes** s. s.

A. Gruppe der Arcestes intuslabiati.

Arcestes hypocyrtus v. Mojsisovics.

1875 *Arcestes hypocyrtus* v. Mojsisovics, Cephalopoden der Hallst. Kalke, Abhandl. Geol. Reichsanst. VI 1, p. 140, Taf. XLIII, Fig. 2, LIII, Fig. 2.

1902 *A. hypocyrtus* v. Mojsisovics, l. c. Supplem. p. 268.

Diese bisher nur aus dem grauen Marmor des Roßmoos und Steinbergkogels von obernorischem Alter bekannte Art hat sich auch in E. Kittl's Aufsammlungen in den Zlambachschichten des oberen Stammbachgrabens und im bräunlichen Marmor des Leisling gefunden. Ein Stück, dessen Identifizierung mit *A. hypocyrtus* mit Rücksicht auf den Erhaltungszustand durch Einschiebung eines *cf.* eingeschränkt werden muß, liegt aus den unternorischen Gastropodenschichten des Vorder-Sandling (coll. Kittl) vor.

Arcestes oligosarcus v. Mojsisovics.

1875 *Arcestes oligosarcus* v. Mojsisovics, Cephalopoden der Hallst. Kalke, Abhandl. Geol. Reichsanst., VI/1, p. 115, Taf. XLIV, Fig. 1—6, LIII, Fig. 3.

Diese Art ist auch in Kittl's Aufsammlungen im obernorischen Hallstätter Kalk des Leisling vertreten.

Arcestes monachus v. Mojsisovics.

1875 *Arcestes monachus* v. Mojsisovics, Cephalopoden der Hallst. Kalke, Abhandl. Geol. Reichsanst., VI/1, p. 117, Taf. XLV, Fig. 1.

Von dieser bisher nur aus dem mittelnorischen Marmor des Sommeraukogels bekannten Spezies hat sich ein Exemplar auch in Kittl's Aufsammlungen im obernorischen Hallstätter Kalk des Leisling gefunden.

Arcestes monocerus v. Mojsisovics.

1875 *Arcestes monocerus* v. Mojsisovics, Cephalopoden der Hallst. Kalke, Abhandl. Geol. Reichsanst., VI/1, p. 129, Taf. XLVIII, Fig. 3.

Diese bisher nur aus den unternorischen Gastropodenkalken des Vorder-Sandling bekannte Art ist auch in Kittl's Aufsammlungen in den gleichalterigen Breccienkalken des Leisling mit *Sageniles Giebeli* vertreten.

Arcestes diphyus v. Mojsisovics.

1875 *Arcestes diphyus* v. Mojsisovics, Cephalopoden der Hallst. Kalke, Abhandl. Geol. Reichsanst., VI/1, p. 128, Taf. XLVII, Fig. 2.

E. v. Mojsisovics zitiert diese Art sowohl aus den unternorischen Hallstätter Kalken des Röthelstein (Marmor mit *Glyphidites docens*) und Vorder-Sandling, als aus dem mittelnorischen Marmor des Sommeraukogels. Sie ist auch in Kittl's Aufsammlungen im grauen Marmor des Taubensteins im Gosautal durch ein bezeichnendes Stück vertreten.

Arcestes dicerus v. Mojsisovics.

1875 *Arcestes dicerus* v. Mojsisovics, Cephaloden der Hallst. Kalke, Abhandl. Geol. Reichsanst., VI/1, p. 122, Taf. XLVII, Fig. 1, LIII, Fig. 20.

Diese unternorische Art kommt auch in den Hallstätter Kalken des Taubensteins im Gosautal (coll. Kittl) vor.

Arcestes holostomus v. Mojsisovics.

1875 *Arcestes holostomus* v. Mojsisovics, Cephalopodon der Hallst. Kalke, Adhandl. Geol. Reichsanst. VI/1, p. 120, Taf. XLVI, Fig. 2, LIII, Fig. 9.

Von dieser kleinen, durch ihr gerade verlaufendes ganzrandiges Peristom ausgezeichneten Art der *A. intuslabiati,* die bisher nur als große Seltenheit aus dem unternorischen Gastropodenmarmor des Vorder-Sandling bekannt war, haben sich auch bezeichnende Stücke in Kittl's Aufsammlungen aus den gleichaltrigen Kalken des Leisling mit *Sagenites Giebeli* gefunden.

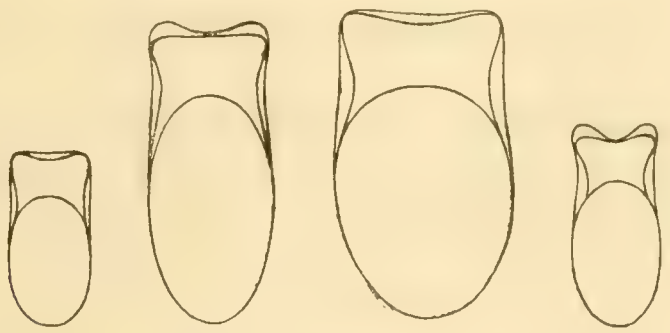
Arcestes nannodes v. Mojsisovics.

Textfig. 1.

1875 *Arcestes nannodes* v. Mojsisovics, Cephalopoden der Hallst. Kalke, Abhandl. Geol. Reichsanst. VI/1, p. 126, Taf. XLVII, Fig. 8, 9, LIII, Fig. 6.

Diese unternorische, dem *Arcestes simostomus* außerordentlich nahestehende Art ist von Kittl auch in dem Hallstätter Marmor des Taubensteins im Gosautal gefunden worden.

Fig. 1.



1. 2. 3. 4.

Vorderansichten intuslabiater Arcesten aus dem norischen Hallstätter Kalk des Taubensteins.

1. *Arcestes simostomus* Mojs.
2. *Arcestes dicerus* Mojs.
3. *Arcestes diphyus* Mojs.
4. *Arcestes bicomis* Hau.

In der vorstehenden Textfigur gebe ich die Querschnitte einiger einander sehr nahestehender Spezies intuslabiater Arcesten aus dem grauen Marmor des Taubensteins wieder.

Arcestes simostomus v. Mojsisovics.

1875 *Arcestes simostomus* v. Mojsisovics, Cephalopoden der Hallst. Kalke, Abhandl. Geol. Reichsanst. VI/1, p. 127, Taf. XLIII, Fig. 3, LIII, Fig. 5.

1902 *A. simostomus* v. Mojsisovics, ibid. Suppl., p. 265.

Diese seltene Art war bisher nur aus den unternorischen Hallstätter Kalken des Vorder-Sandling und Sommeraukogels bekannt. In der Sammlung des Herrn Dr. A. Heinrich liegen drei vorzüglich erhaltene Wohnkammerexemplare mit vollständigen Mundrändern aus dem grauen Marmor des Taubensteins im Gosautal, die sich von dem Arttypus nur durch etwas größere Dimensionen unterscheiden. Die Abmessungen betragen an dem größten derselben:

Durchmesser	34 *mm*
Höhe der Schlußwindung über dem Nabelrand	19·5
Höhe der Schlußwindung über der vorhergehenden Windung	10
Dicke der Schlußwindung	18
Nabelweite	0

Diese Dimensionen schließen eine Identifizierung unserer Stücke mit *Arcestes nannodes* v. Mojs. (l. c. p. 126, Taf. XLVII, Fig. 8, 9, LIII, Fig. 6) aus, mit dem sonst eine sehr weitgehende Ähnlichkeit besteht. Die von E. v. Mojsisovics als Unterscheidungsmerkmal angegebene Art der Aufstülpung des Peristoms ist bei den beiden Spezies kaum verschieden. Eher könnte die stärker vorgezogene Ecke des Mundrandes an der Grenze des Externteiles und der Flanken bei *A. nannodes* als ein solches gelten.

Vorkommen. Zahl der untersuchten Exemplare. Taubenstein, 3, coll. Heinrich, norische Stufe.

In der Fossilliste des Taubensteins bei Kittl (Geologische Exkursionen im Salzkammergut, Führer für die geologischen Exkursionen in Österreich anläßlich des IX. Internationalen Geologenkongresses in Wien, 1903, Abt. IV, p. 64) kommt *Arcestes simostomus* nicht vor. Die Fauna des Taubensteins enthält nach Kittl's Angaben eine Mischung unter- und obernorischer Elemente. *A. simostomus* ist den ersteren beizuzählen.

Arcestes didymus v. Mojsisovics.

1875 *Arcestes didymus* v. Mojsisovics, Cephalopoden der Hallst. Kalke, Abhandl. Geol. Reichsanst. VI/1, p. 125, Taf. XLIV, Fig. 10, LIII, Fig. 21.

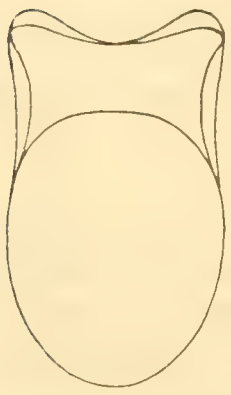
Von dieser bisher nur aus dem unternorischen Gastropodenmarmor des Vorder-Sandling bekannten Spezies konnten Vertreter auch in Kittl's Aufsammlungen in den unternorischen Breccienkalken des Leisling mit *Sageniles Giebeli* konstatiert werden.

Arcestes pinacostomus nov. sp.

Taf. II, Fig. 1, Textfig. 2.

Dem *Arcestes didymus* steht eine neue Art aus den oberkarnischen Subbullatus-Schichten des Feuerkogels sehr nahe. Die Unterschiede liegen in den folgenden Merkmalen.

Fig. 2.



Arcestes didymus Mojs. Vorderansicht eines Exemplars aus dem Gastropodenmarmor des Sandling.

Arcestes pinacostomus übertrifft bei sonst übereinstimmenden Evolutionsverhältnissen den *A. didymus* erheblich an Größe. Der Nabel ist nicht kallös verschlossen, sondern offen, wenn auch sehr eng. Die Seitenteile konvergieren am Peristom gegen die in den Ecken des letzteren auftretenden Hörner. Der Abstand dieser Hörner ist bei *A. didymus* nahezu gleich der größten, in die Nabelregion fallenden Dicke der Schlußwindung, bei unserer neuen Spezies hingegen wesentlich kleiner (34 gegen 49 *mm*), so daß deren Querschnitt in der Mündungsregion sowohl von jenem bei *A. didymus* als bei dem nahe verwandten *A. cylindroides* v. Mojsisovics (l. c. p. 124, Taf. LXVIII, Fig. 1) nicht unerheblich abweicht. Mit der letzteren Spezies besteht einerseits in den Größenverhältnissen, andrerseits in dem Auftreten eines engen, nicht kallös verschlossenen Nabels Übereinstimmung, doch sind die Unterschiede in der Gestalt des Querschnittes noch stärker als gegenüber *A. didymus*. Auch springen die Mündungshörner bei *A. pinacostomus* erheblich stärker vor, übrigens auch ein wenig stärker als bei *A. didymus*.

Um die Unterschiede im Querschnitt ersichtlich zu machen, bilde ich in der vorstehenden Textfigur die Vorderansicht eines Exemplars des *A. didymus* aus dem unternorischen Gastropodenmarmor des Vorder-Sandling ab.

Dimensionen.

Durchmesser	78	*mm*
Höhe der Schlußwindung über der Naht	45	
Höhe der Schlußwindung über dem vorhergehenden Umgang	26·5	
Dicke der Schlußwindung	49	
Nabelweite	1	

Loben. Die Suturlinie eines inneren Kernes stimmt, soweit sie der Beobachtung zugänglich ist, mit jener des *A. didymus* überein. An dem abgebildeten Exemplar umfaßt die Länge der Wohnkammer außer dem letzten Umgang noch ein Viertel der vorhergehenden Windung.

Vorkommen. Zahl der untersuchten Exemplare. Feuerkogel, Subbullatus-Zone, 5 Wohnkammerexemplare, coll. Heinrich.

Arcestes Cossmanni Gemmellaro (I cefalopodi del Trias superiore della regione occidentale della Sicilia, 1904, p. 256, Tav. XIX, fig. 3, 4) aus den Tropites-Schichten von Modanesi dürfte einen näheren Vergleich mit unserer Art zulassen, da auch bei ihm die Seitenecken des Peristoms zu ungewöhnlich starken Hörnern ausgezogen erscheinen. Doch sind diese Hörner bei der sizilianischen Spezies mit ihrer Hauptachse nicht senkrecht nach aufwärts, wie bei *A. pinacostomus,* sondern mehr seitilch gerichtet. Auch laden die Hörner bei unserer Art nicht so weit aus wie die Nabelregion des Gehäuses, während bei *A. Cossmanni* der größte Breitendurchmesser mit dem Abstand der beiden Hörner zusammenfällt.

Mit einigem Zweifel stelle ich ferner zu *A. pinacostomus* zwei weitere Wohnkammerexemplare aus denselben Schichten des Feuerkogels, die sich durch noch größere Dimensionen (Durchmesser 89, beziehungsweise 91 *mm*) auszeichnen. Bei dem einen dieser beiden Exemplare ist die Spitze des (allein erhaltenen) linken Horns auffallend nach innen gedreht. Ob hier eine pathologische Veränderung oder ein Speziesmerkmal vorliegt, läßt sich bei der Dürftigkeit des Untersuchungsmaterials nicht entscheiden. In der äußeren Gestalt der Schlußwindung stimmen diese beiden Arcesten, wenn man von der Form des Peristoms absieht, mit *A. pugillaris* v. Mojsisovics (l. c. p. 120, Taf. XXXIX, Fig. 2, 3, XLI, Fig. 3, LIII, Fig. 26) gut überein.

Für die Aufstellung einer selbständigen Art scheinen mir keine hinreichenden Anhaltspunkte gegeben.

Arcestes bicornis v. Hauer.

1860 *Ammonites bicornis* v. Hauer, Nachträge zur Kenntnis der Cephalopodenfauna der Hallst. Schichten, Sitzungsber. Akad. Wiss. Wien, XLI, p. 143, Taf. V, Fig. 4—7.

1875 *Arcestes bicornis* v. Mojsisovics, Cephalopoden der Hallst. Kalke, Abhandl. Geol. Reichsanst. VI/1, p. 127, Taf. XLVII, Fig. 4—6, LIII, Fig. 25.

1902 *Arcestes bicornis* v. Mojsisovics, ibid. Suppl., p. 264.

1906 *Arcestes bicornis* Diener, Palaeontol. Indica, ser. XV. Himalayan Foss. Vol. V. No. I, Fauna of the Tropites limestone of Byans, p. 167, Pl. XII, fig. 16.

1914 *Arcestes bicornis* Welter, Obertriadische Ammoniten und Nautiliden von Timor, J. Wanner, Palaeontol. v. Timor, Lief. I, p. 185, Taf. XXIX, Fig. 3, 4.

Die Aufsammlungen Heinrich's und Kittl's aus dem grauen norischen Hallstätter Marmor des Taubensteins im Gosautal enthalten mehrere ausgezeichnet erhaltene, mit vollständigen Peristomen ausgestattete Exemplare dieser bisher in der alpinen Trias nur aus der karnischen Stufe bekannten Spezies. Ein Vergleich mit den Originalstücken des *A. bicornis* in den Sammlungen der Geologischen Reichsanstalt in Wien hat nicht zu der Entdeckung von Merkmalen geführt, auf Grund deren eine spezifische Trennung möglich wäre.

Arcestes Spengleri nov. sp.

Taf. I, Fig. 1.

Diese neue Spezies erinnert in einzelnen ihrer Merkmale an *Arcestes bicornis* v. Hauer, in anderen an *A. Sisyphus* v. Mojsisovics (Cephalopoden der Hallstätter Kalke, l. c. p. 129, Taf. XLI, Fig. 2, LIII, Fig. 26). Sie ist viel größer als *A. bicornis* und kommt in ihren Dimensionen dem *A. Sisyphus* nahe. Die inneren Kerne stimmen in ihrem Aussehen fast genau mit jenen der letzteren Art überein, entbehren jedoch der charakteristischen Steinkernfurchen, die inneren Verdickungen der Schale entsprechen. An einem mir vorliegenden inneren Kern von 31 *mm* Durchmesser vermisse ich jede Andeutung derartiger Furchen. Dieser Kern besitzt einen verhältnismäßig weiten offenen Nabel (3 *mm*). Auch an dem abgebildeten, als Arttypus anzusehenden Exemplar ist der Nabel des durch Ablösung der Schlußwindung teilweise bloßgelegten vorletzten Umganges geöffnet, wie bei *A. Sisyphus*, während erwachsene Exemplare den Nabel nahezu vollständig verschließen.

Die Wölbung des Externteils erfährt in der ersten Hälfte der Schlußwindung keinerlei Veränderung. Ein Querschnitt in diesem Stadium gibt einen fast genau symmetrischen, eiförmigen Umriß, wie bei *A. bicornis*, während bei *A. Sisyphus* der ursprünglich breit gerundete Externteil sich im weiteren Verlauf des Wachstums zuschärft.

Das Peristom weicht von jenem des *A. Sisyphus* nur insoferne ab, als dessen Ecken ein wenig stärker nach vorwärts gezogen sind. Doch kann man von eigentlichen Hörnern, wie bei *A. bicornis* noch keinesfalls sprechen. Die Oberkante des Peristoms ist fast horizontal abgeschnitten, die Einsenkung in der Medianlinie des Externteils verhältnismäßig gering. Die Entfernung der beiden seitlichen Ecken des Peristoms steht der größten Dicke der Schlußwindung, die in die Nabelregion fällt, erheblich nach. In diesem Merkmal nähert sich unsere neue Art mehr dem *A. Sisyphus* als dem *A. bicornis*.

Dimensionen.

Durchmesser	67 *mm*
Höhe der Schlußwindung über der Naht	36
Höhe der Schlußwindung über der vorletzten Windung	16
Dicke der Schlußwindung	39·5
Entfernung der beiden Seitenecken des Peristoms	26
Nabelweite	cca. 1 *mm*

Loben. Im Detail nicht bekannt.

Vorkommen. Zahl der untersuchten Exemplare. Feuerkogel, norisch-karnische Mischfauna, 6, coll. Heinrich.

Arcestes Trauthi nov. sp.

Taf. I, Fig. 2, 3.

Diese neue Art, die sich an *Arcestes intuslabiatus* Mojs., *A. monachus* Mojs., *A. megalosomus* Mojs. und *A. hypocyrtus* Mojs. anschließt, erreicht ziemlich bedeutende Dimensionen. Der Durchmesser des größten mir vorliegenden Exemplars mißt 116 *mm*. Ich habe ein kleineres Exemplar hier zur Abbildung gebracht, das jedoch mit einem vollständigen Peristom ausgestattet, alle Merkmale der in der Mehrzahl befindlichen größeren Individuen aufweist.

Die inneren Kerne gleichen in ihrer Gestalt jenen des *Arcestes intuslabiatus* v. Mojsisovics (l. c. p. 113, Taf. XLIII, Fig. 1, XLIV, Fig. 7, LIII, Fig. 7, 10, 13), ohne indessen die dem letzteren eigentümlichen tiefen Schalenfurchen zu besitzen. Soweit ich solche an den Kernen des *A. Trauthi* beobachten konnte, sind sie sehr zart und seicht.

Im Verhältnis zum Dickenwachstum nimmt das Höhenwachstum in vorgeschrittenen Altersstadien außerordentlich stark zu. Während bei den inneren Kernen die Höhe von der Dicke der Windungen erheblich übertroffen wird, kehrt sich dieses Verhältnis an den Schlußwindungen altersreifer Individuen in das Gegenteil um.

Bezeichnend für unsere neue Spezies ist die geringe Veränderung, die der Umriß des Querschnittes innerhalb der Schlußwindung erfährt. Nur unmittelbar am Peristom flacht sich der Externteil erheblich ab, während er am Beginn des letzten Umganges wohl stärker gebaucht ist als in der Mitte desselben, aber doch seine Wölbung bei weitem nicht so stark ändert, wie bei *A. hypocyrtus* v. Mojsisovics (l. c. p. 114, Taf. XLIII, Fig. 2, LIII, Fig. 2) oder *A. monachus* v. Mojsisovics (l. c. p. 117, Taf. XLV, Fig. 1). Am Peristom selbst reduziert sich die Höhe des Querschnittes, indem der Externteil herabgezogen erscheint, ohne jedoch über die Seitenteile vorzuspringen. Die Randkante der letzteren verläuft bis zur Höhe der Externseite des vorletzten Umganges in gerader Linie und biegt sich von da ab in einer seicht geschwungenen Ausbuchtung gegen den Nabel zurück.

Die Form des mit dem Peristom zusammenfallenden Querschnittes der Schlußwindung gestattet die Unterscheidung des *A. Trauthi* von den oben genannten ähnlichen Arten. Bei *A. intuslabiatus* ist der Externteil im Bereich des Peristoms noch höher gewölbt als am Beginn des letzten Umganges Bei *A. hypocyrtus* und *A. monachus* flacht er sich am Peristom allerdings in ähnlicher Weise ab wie bei unserer neuen Spezies, erfährt jedoch in der Mitte der Schlußwindung eine ebenso auffallende Zuschärfung wie bei manchen Arten des Genus *Halorites* Mojs. Auch ist *A. monachus* gedrungener als *A. Trauthi.* In noch höherem Maße gilt das letztere Merkmal für *A. megalosomus* v. Mojsisovics (l. c. p. 117, Taf. XLII, Fig. 1), bei dem das Peristom einen trapezförmigen, nicht rechteckigen Querschnitt wie bei *A. monachus* und *A. Trauthi* besitzt.

Der Nabel der inneren Kerne ist geöffnet, aber erheblich enger als bei *A. intuslabiatus.* Andererseits erfolgt kein vollständiger Verschluß desselben im altersreifen Zustand.

An Schalenexemplaren sind auf der Schlußwindung zahlreiche, radial verlaufende, zarte Anwachsstreifen, übereinstimmend mit jenen bei *A. monachus,* zu beobachten.

Dimensionen.

Durchmesser	84 *mm*
Höhe der Schlußwindung über der Naht	46
Höhe der Schlußwindung über dem Externteil der vorhergehenden Windung	20
Dicke der Schlußwindung	39
Höhe des Peristoms	15
Nabelweite	1

An dem abgebildeten inneren Kern ergeben die Abmessungen:

Durchmesser	52 *mm*
Höhe der Schlußwindung	27·5
Dicke der Schlußwindung	36
Nabelweite	3

Loben. Die Suturlinie ist verhältnismäßig einfach, wie bei *A. intuslabiatus.* Doch sind die Seitenäste des Externsattels nicht symmetrisch zu beiden Seiten des Hauptstammes angeordnet, sondern stehen an der Außenseite ein wenig tiefer als an der Innenseite, ähnlich wie bei *A. polycaulus* v. Mojsisovics (l. c. p. 114, Taf. LIII, Fig. 1). Die Asymmetrie in der Anordnung der Seitenäste tritt an den Lateralsätteln erheblich zurück. Die stärkere Wölbung des Nabelrandes fällt mit dem dritten Auxiliarlobus zusammen.

Vorkommen. Zahl der untersuchten Exemplare. Feuerkogel, karnisch-norische Mischfauna, 7, coll. Heinrich.

Bemerkungen über verwandte Arten. Noch näher als den oben genannten alpinen Arten scheint unsere Spezies dem *Arcestes sundaicus* Welter (Die obertriad. Ammoniten u. Nautiliden v. Timor, Palaeontol. v. Timor (Wanner), I. Liefg. 1914, p. 186, Taf. XXIX, Fig. 1, 2, Textfig. 64, 65) aus der Obertrias von Timor zu stehen. Die inneren Kerne beider Arten stimmen in dem beinahe völligen Mangel an Schalenwülsten oder Schalenfurchen überein. Allerdings ist der Nabel bei *A. sundaicus* noch enger. Auch in der Gestalt des Peristoms erwachsener Exemplare herrscht eine auffallende Ähnlichkeit. Im ganzen ist die timoresische Art plumper gebaut als *A. Trauthi,* wie sich dies insbesondere aus einem Vergleich der Abmessungen am Beginn der Schlußwindung ergibt (Verhältnis der Windungshöhe zur Dicke bei *A. Trauthi* 26 : 35, 5, bei *A. sundaicus* 32 : 57). In dieser Hinsicht schließt sich unsere alpine Art näher an *A. Rothpletzi* Welter (l. c. p. 188, Taf. XXIX, Fig. 16—19) an, von dem sie jedoch durch die Größe in sehr auffälliger Weise unterschieden ist.

Arcestes Piae nov. sp.

Taf. I, Fig. 4, 5, 6.

Diese neue, interessante Art erinnert in ihrer äußeren Erscheinung einigermaßen an *Arcestes genuflexus* v. Mojsisovics (Cephalopoden d. Hallstätter Kalke, Abhandl. Geol. Reichsanst. VI/1, p. 97, Taf. L, Fig. 8, LIII, Fig. 29) aus den Ellipticus-Schichten des Feuerkogels, zeigt aber die an dem Ende der Schlußwindung eintretende Knickung und Veränderung des Querschnittes in noch viel auffallenderer Weise, so daß geradezu eine gewisse Ähnlichkeit mit manchen Kreidescaphiten sich bemerkbar macht. Die Tatsache, daß mir drei ganz gleichartig gestaltete Individuen vorliegen, beweist, daß diese absonderliche Form nicht als eine Monstrosität, sondern als die für diese Art normale angesehen werden muß.

Der Umriß erwachsener, mit dem Peristom versehener Exemplare ist elliptisch. In ihrem letzten Viertel verlängert sich die Schlußwindung, tritt aus der Spirale heraus und biegt in der Nähe des Mundsaumes knieförmig unter einem fast rechten Winkel um. Zu einer hakenförmigen Umbiegung, wie bei *Scaphites,* kommt es allerdings nicht. Gleichzeitig stellt sich eine Änderung des Querschnittes ein, indem der im mittleren Abschnitt der Schlußwindung steil gewölbte Externteil sich abflacht und mit einer fast horizontalen Linie die obere Randkarte des Peristoms bildet.

Eine zweite, noch viel auffallendere Querschnittsänderung fällt mit dem Beginn der Schlußwindung zusammen. An dem in Fig. 5 abgebildeten Exemplar gelang es Herrn Dr. Heinrich, entlang einem Querbruch das vor dem Knick liegende kurze Stück des letzen Umganges abzusprengen und so den vordersten Teil der vorhergehenden Windung freizulegen. Fig. 5*b* zeigt den Durchschnitt der letzteren und läßt die auffallende Einschnürung derselben in der Externregion erkennen, durch die der Konvexteil verschmälert und zugeschärft erscheint, während er im Bereich des ersten Drittels der Schlußwindung wieder seine normale Wölbung annimmt.

Das Peristom erinnert an die Mundränder der *Arcestes intuslabiati,* indem seine obere Randkante in der Medianzone ein wenig zurückweicht und die Seitenteile entsprechend vorspringen, ohne indessen hörnerartige Ecken zu bilden. Seitlich ist es stark ausgeschnitten. Die Schlußwindung selbst ist durch Einstülpung der randlichen Schalenzonen nur mäßig verengt. Eine innere Schalenleiste, beziehungsweise Steinkernfurche, wie bei *A. genuflexus* ist am Peristom unserer Art nicht zur Beobachtung gelangt.

Der Nabel ist sehr eng, aber nicht kallös verschlossen.

Von inneren Kernen ist nur ein kleiner Teil eines solchen an dem in Fig. 6 abgebildeten Exemplar so weit bloßgelegt worden, daß die Suturlinie sichtbar gemacht werden konnte. Schalenfurchen konnten an diesem nicht festgestellt werden, doch sind die Beobachtungen selbstverständlich nicht ausreichend,

um deren Fehlen an den inneren Windungen unserer Art zu beweisen. Dagegen ist die Schlußwindung ohne Zweifel frei von Labien und Varices.

Alle drei vorliegenden Stücke weisen bescheidene Größenverhältnisse auf. Ihr längerer Durchmesser hält sich innerhalb der Grenzen von 44 bis 50 *mm*. Die Dimensionen des größten Exemplars (Fig. 4) sind die folgenden:

Größter Durchmesser	50	*mm*
Kleinster Durchmesser	37	
Höhe der Schlußwindung über der Naht	28	
Höhe der Schlußwindung über der vorhergehenden Windung	9	
Dicke der Schlußwindung	19·5	
Nabelweite	1	

Loben. Die an dem in Fig. 6 abgebildeten Individuum freigelegten Hauptloben (Externlobus — I. Lateralsattel) sind typische Arcestenloben, so daß die Zugehörigkeit der neuen Spezies zu dem Genus *Arcestes* außer Zweifel gestellt erscheint.

Vorkommen. Zahl der untersuchten Exemplare. Feuerkogel, norisch-karnische Mischfauna, 3, coll. Heinrich.

Die Einreihung des *A. Piae* in die Formengruppe der *intuslabiati* ist anfechtbar. Zu *Pararcestes* (Gruppe der *A. sublabiati*), zu denen E. v. Mojsisovics *A. genuflexus* (l. c. Suppl. 1902, p. 260) gestellt hat, kann er wohl nicht gehören, da ihm die für diese Gruppe bezeichnenden Kontraktionen unmittelbar hinter dem Mundsaum fehlen. Für seine Einreihung in die Gruppe der *A. intuslabiati* spricht die Form des Mundrandes und die Abwesenheit von Kontraktionen und Labien auf der Schlußwindung. Doch nimmt er in bezug auf seine Gestalt eine so isolierte Stellung innerhalb des Genus *Arcestes* ein, daß man seine Erhebung zum Typus eines besonderen Subgenus (*Gonarcestes*) ebenfalls in Erwägung ziehen könnte.

Bemerkungen zu *Pararcestes genuflexus* Mojs. Eine Untersuchung des Originalexemplars dieser bisher nur als Unikum aus den Ellipticus-Schichten des Feuerkogels bekannten Spezies ruft in mir Zweifel an deren Zugehörigkeit zur Gruppe der *Arcestes sublabiati* hervor. Die einer inneren Schalenleiste entsprechende Furche entlang dem Mundsaum ist außerordentlich schwach ausgeprägt und überhaupt nur auf einer Schalenhälfte angedeutet. Auch die zweite Furche, die E. v. Mojsisovics im ersten Viertel der Schlußwindung beobachtet hat, ist kaum als solche zu erkennen. Ihr angeblich gerader Verlauf steht mit dem sigmoid geschwungenen seitlichen Ausschnitt des Peristoms in einem gewissen Widerspruch. Es wäre immerhin die Möglichkeit ins Auge zu fassen, daß *A. genuflexus* nicht dem Subgenus *Pararcestes* angehört, sondern mit *A. Piae* in derselben größeren Formengruppe der Gattung *Arcestes* Platz finden könnte.

B. Gruppe der Arcestes coloni.

Arcestes Geyeri nov. sp.

Taf. II, Fig. 2, 3.

Unter den der Gruppe der *Arcestes coloni* angehörigen neuen Arten des Genus *Arcestes* sind zwei durch die kragenartige Erweiterung ihres Peristoms besonders auffallend. Der Mundsaum bildet einen auf allen Seiten über das Lumen der Schlußwindung hinausragenden Kamm, der auf der Externseite und den anstoßenden Teilen der Flanke von der Hauptmasse der Schale durch eine gerundete Furche getrennt wird.

Ich halte es nicht für gerechtfertigt, lediglich auf Grund des Auftretens einer solchen Furche unsere Arten dem Subgenus *Pararcestes* (Gruppe der *Arcestes sublabiati*) zuzuweisen. Die Tatsache,

daß andere Furchen auf der Wohnkammer nicht vorhanden sind, daß die erwähnte Furche nicht in die Nabelregion reicht, von den Steinkernfurchen typischer *A. sublabiati* demzufolge wesentlich verschieden ist, daß endlich unsere neuen Arten in ihren übrigen Merkmalen sich enge an die Formengruppe der *A. coloni* anschließen, spricht gegen deren Vereinigung mit *Pararcestes*. Auch darf wohl darauf hingewiesen werden, daß E. v. Mojsisovics selbst einige nahe stehende Formen mit kragenförmigem Peristom, wie *Arcestes aspidostomus* oder *A. tomostomus*, in die Gruppe der *A. coloni* gestellt und von *Pararcestes* getrennt gehalten hat.

Die inneren Kerne des *A. Geyeri* unterscheiden sich von jenen anderer Spezies aus der Gruppe der *A. coloni* durch die geringere Breite des Konvexteils, von dem die Flanken mit mäßiger Wölbung sehr schräge zur Nabelkante abfallen. Sie erinnern dadurch einigermaßen an erwachsene Exemplare des *Proarcestes Barrandei* Laube (Die Fauna der Schichten von St. Cassian, Denkschr. Akad. Wiss., Wien, XXX, 1869, p. 90, Taf. XLIII, Fig. 2), sind jedoch viel plumper gebaut, da die Dicke zwischen der Länge des Schalendurchmessers und der Windungshöhe ungefähr die Mitte hält.

Eine scharfe Nabelkante begrenzt die hohe, den engen, tief eingesenkten Nabel umschließende Nabelwand. Die größte Dicke der Windungen fällt mit der Nabelregion zusammen. Varices oder Labiae fehlen durchaus.

Die Form des Querschnittes erwachsener Individuen unterscheidet sich nur unwesentlich von jener der inneren Kerne. Eine Abänderung in der Gestalt der Wohnkammer macht sich erst in der Umgebung des Peristoms geltend. Dem letzteren geht eine seichte Einschnürung oder rinnenartige Einsenkung voraus, die auf der Externseite am stärksten eingetieft ist und in der Richtung gegen den Nabel zu allmählich erlischt. Vor dieser Einschnürung erhebt sich der nach außen umgeschlagene Mundsaum als hoher, senkrechter Kamm oder Kragen, der gegen den Nabel zu gleichfalls an Höhe abnimmt.

Der im Jugendstadium offene Nabel wird auf der Schlußwindung altersreifer Exemplare durch einen Kallus verschlossen.

Dimensionen.

	Fig. 2	Fig. 3
Durchmesser	79 *mm*	49 *mm*
Höhe der Schlußwindung über der Naht	46	25
Höhe der Schlußwindung über dem Externteil der vorhergehenden Windung	21·5	13
Dicke der Schlußwindung	60	43
Nabelweite	0	2

Mit Rücksicht auf die eigentümliche Ausbildung des Peristoms liegt ein Vergleich unserer neuen Spezies mit *A. aspidostomus* v. Mojsisovics (Ceph. d. Hallst. Kalke, l. c. p. 105, Taf. LV, Fig. 10) und *A. tomostomus* v. Mojsisovics (l. c. p. 105, Taf. LV, Fig. 8, 9) nahe. Beide sind kleine Formen. Die erste stammt aus den Ellipticus-Schichten, die zweite aus den Subbullatus-Schichten der karnischen Stufe. Beide sind, abgesehen von den Dimensionen, von *A. Geyeri* auf den ersten Blick durch die abweichende Gestalt des Querschnittes unterschieden. In dieser nähert sich unsere Art mehr dem *A. clausus* v. Mojsisovics (l. c. p. 111, Taf. L, Fig. 5), doch ist sie viel plumper gebaut.

Loben. An dem in Fig. 3 abgebildeten Kern gelang es mir, die Suturlinie sichtbar zu machen. Außerhalb des Nabelrandes stehen sechs Loben und fünf Sättel. Nur die beiden ersten Hauptsättel befinden sich auf dem Externteil. Ein auffallender größerer Seitenzacken auf der dem Medianhöcker zugekehrten Seite dieser Sättel, wie bei *A. colonus* Mojs. oder *A. bufo* Mojs., ist nicht vorhanden.

Vorkommen. Zahl der untersuchten Exemplare. Feuerkogel, Subbulatus-Schichten, 4, coll. Heinrich.

Arcestes Rotkyi nov. sp.

Taf. III, Fig. 5.

Von dieser ebenfalls durch den Besitz eines kammförmig aufgerichteten Mundsaumkragens ausgezeichneten Art liegt mir nur ein vorzüglich erhaltenes Wohnkammerexemplar mit vollständigem Peristom vor. Innere Kerne dieser Spezies dagegen sind mir nicht bekannt geworden.

In seinen Umrissen erinnert das vorliegende Exemplar am meisten an *Arcestes cheilostomus* v. Mojsisovics (Cephalopoden d. Hallst. Kalke, l. c. p. 104, Taf. XLIX, Fig. 8) aus den Ellipticus-Schichten des Feuerkogels, doch ist der Kragen des Mundsaumes bedeutend höher und das Peristom nicht verengt. Auch sind die Dimensionen unseres Stückes größer. Endlich besteht eine stärkere Differenz in der Höhe der Schlußwindung über der Naht und über dem Externteil des vorhergehenden Umgangs.

Der Nabel ist kallös verschlossen. Dem Kragen des Mundsaumes, der sich auf den Externteil und die unmittelbar anstoßenden Teile der Flanken beschränkt, geht eine schmale Furche von geringer Tiefe voraus.

Dimensionen.

Durchmesser	51 *mm*
Höhe der Schlußwindung über der Naht	28·5 *mm*
Höhe der Schlußwindung über dem Externteil der vorhergehenden Windung	13 *mm*
Dicke der Schlußwindung	23
Nabelweite	0

Loben. Nicht bekannt.

Vorkommen. Zahl der untersuchten Exemplare. Feuerkogel, Subbullatus-Schichten, 1, coll. Heinrich.

Arcestes Tietzei nov. sp.

Taf. III, Fig. 3.

Diese kleine Art steht dem *Arcestes aspidostomus* v. Mojsisovics (Cephal. d. Hallst. Kalke, l. c. p. 105, Taf. LV, Fig. 10) sehr nahe. Sie gleicht ihm in den Dimensionen und in der kragenartigen Aufstülpung des Mündungssaumes, unterscheidet sich jedoch von ihm in zwei wesentlichen Merkmalen. Das Gehäuse ist viel hochmündiger und schlanker und das Peristom erheblich stärker ausgeschnitten, indem der Mundrand von dem kragenartigen Vorsprung am Externteil gegen den Nabel zu eine Strecke weit fast horizontal nach innen einspringt. Es entsteht dadurch ein Externlappen von einer Ausdehnung, wie sie mir sonst an keinem Peristom eines Arcesten bekannt geworden ist. Der Nabel ist zwar sehr eng, aber doch nicht vollständig geschlossen.

Innere Kerne dieser interessanten Spezies liegen mir nicht zur Beobachtung vor.

Dimensionen.

Durchmesser	20 *mm*
Höhe der Schlußwindung über der Naht	11
Höhe der Schlußwindung über dem Externteil der vorhergehenden Windung	5·5
Dicke der Schlußwindung	8
Nabelweite	0·5

Loben. Nicht bekannt.

Vorkommen. Zahl der untersuchten Exemplare. Feuerkogel, Ellipticus-Schichten, 1, coll. Heinrich.

Arcestes Xaverii nov. sp.

Taf. II, Fig. 5.

Diese Art, von der mir ein vollständig erhaltenes Wohnkammerexemplar mit unverletztem Mundrand und ein defekter innerer Kern vorliegen, scheint dem *Arcestes tomostomus* v. Mojsisovics (l. c. p. 105, Taf. LV, Fig. 8, 9) nahe zu stehen. In der Form des Gehäuses herrscht eine ziemlich weitgehende Ähnlichkeit. Doch ist *A. Xaverii* viel größer, der Abstand zwischen den Externteilen am Beginn und am Ende der Schlußwindung verhältnismäßig geringer und die kragenartige Aufwölbung nur schwach angedeutet.

Bei *A. colonus* Mojs., mit dem unsere Spezies sonst ebenfalls große Ähnlichkeit — auch in ihren Dimensionen — aufweist, ist der Mundrand eingestülpt, nicht kammartig erhöht. Da die Schale an unserem Exemplar in der Umgebung des Nabels fehlt, so läßt sich keine bestimmte Angabe über einen eventuellen kallösen Verschluß des letzteren machen.

Der innere Kern zeigt nur eine einzige radial verlaufende Kontraktion, die einer inneren Schalenleiste entspricht, wie auf den Kernen von *Arcestes bufo* v. Mojsisovics (Cephal. d. Hallst. Kalke, l. c. p. 102, Taf. LI, Fig. 7, 8). Er besitzt einen offenen Nabel und unterscheidet sich von den Kernen des *A. bufo* durch die viel geringere Dicke.

Dimensionen.

Durchmesser	55 *mm*
Höhe der Schlußwindung über der Naht	31
Höhe der Schlußwindung über dem Externteil der vorhergehenden Windung	11
Dicke der Schlußwindung	35
Nabelweite	?

Loben. An dem inneren Kern konnten die Hauptloben zum größten Teil sichtbar gemacht werden. Sie sind im Verhältnis zu der geringen Größe des Kerns als reich zerschlitzt zu bezeichnen. Die Äste zu beiden Seiten der Axe des Externsattels sind unsymmetrisch angeordnet. Der den meisten *A. coloni* eigentümliche, stärker hervortretende, dem Externlobus zugekehrte Seitenast ist auch in der Suturlinie unserer Spezies zu beobachten.

Vorkommen. Zahl der untersuchten Exemplare. Feuerkogel, Subbullatus-Schichten, 2, coll. Heinrich.

Arcestes regalis nov. sp.

Taf. II, Fig 4.

Diese schöne Art erinnert in der Gestalt ihres Peristoms an *Arcestes probletostomus* v. Mojsisovics (Cephal. d. Hallst. Kalke, l. c. p. 131, Taf. XLIX, Fig. 6, 7, LIII, Fig. 12) aus der Gruppe der *A. intuslabiati*.

Die Schlußwindung ist unmittelbar vor dem Mundsaum auffallend kontrahiert und nimmt im Gegensatz zu dem bis dahin hochgerundeten Querschnitt einen fast rechteckigen Umriß an. Sowohl die Flanken als der Konvexteil sind stark eingedrückt, so daß nur die beiden Ecken, in denen sich Seitenteile und Externteil begegnen, den ursprünglichen Abstand einhalten. Der Mündungslappen springt in der Form eines gerundeten Kammes über die Stelle vor, wo der Externteil zwischen jenen beiden Ecken eingedrückt ist. Dieser Eindruck des Externteiles ist vertieft, nicht abgeplattet, und viel weniger breit als bei *A. probletostomus*.

Sonst sind die Seiten im Bereich der Schlußwindung gleichmäßig gerundet, so daß die größte Breite des Querschnittes in die Nabelregion fällt. Der Externteil ist am Ende der ersten Hälfte der Schlußwindung steiler gerundet als am Beginn, am Mundsaum hingegen breit abgeflacht. Der enge Nabel ist — wenigstens auf dem Steinkern — nicht verschlossen.

Ein innerer Kern zeigte, soweit ich denselben aus seiner Umhüllung herauszupräparieren imstande war, weder Wülste noch Kontraktionen. Er zeichnet sich durch einen verhältnismäßig schmalen Querschnitt aus.

Trotz gewisser Ähnlichkeiten mit *A. probletostomus* ziehe ich es vor, unsere neue Art in die Gruppe der *A. coloni* einzureihen, indem ich auf die nach vorne konvexe Gestalt des Mündungslappens in Verbindung mit der Abwesenheit von Kontraktionen auf den inneren Windungen Gewicht lege.

Dimensionen.

Durchmesser	80	*mm*
Höhe der Schlußwindung über der Naht	47	
Höhe der Schlußwindung über der vorhergehenden Windung	16·5	
Dicke der Schlußwindung im vorletzten Quadranten	42	
Dicke der Schlußwindung am Peristom	35	
Nabelweite (des Steinkerns)	3	

Loben. Nicht bekannt.

Vorkommen. Zahl der untersuchten Exemplare. Feuerkogel, Subbullatus-Schichten, 2, coll. Heinrich.

Arcestes Gattnari nov. sp.

Taf. III, Fig. 4.

Diese neue Art schließt sich in der Gestalt der Schlußwindung an *Arcestes Antonii* v. Mojsisovics (Cephal. d. Hallst. Kalke, l. c. p. 106, Taf. LIV, Fig. 9—14) und an *A. simplex* v. Mojsisovics l. c. p. 107, Taf. XLIX, Fig 1) nahe an. Das Peristom ist sehr einfach gestaltet, die Mündung, wie bei *A. simplex,* seitlich nicht kontrahiert. Dagegen stimmen die Querschnittsverhältnisse der Schlußwindung besser mit jenen bei *A. Antonii* überein. Der Nabel ist weiter geöffnet als bei den beiden genannten Arten.

Ein unterscheidendes Merkmal den letzteren gegenüber liegt in der Anwesenheit einer deutlich ausgebildeten Oberflächenskulptur, die aus zahlreichen, bald feineren, bald gröberen Anwachsstreifen besteht, deren Verlauf der Kontur des Peristoms entspricht.

Ein innerer Kern dieser neuen Art zeigt auf dem Steinkern eine einer Schalenverdickung entsprechende Kontraktion.

Dimensionen.

Durchmesser	32	*mm*
Höhe der Schlußwindung über der Naht	15·5	
Höhe der Schlußwindung über dem Externteil der vorhergehenden Windung	7·5	
Dicke der Schlußwindung	13	
Nabelweite	2·5	

Loben. Nicht bekannt.

Vorkommen. Zahl der untersuchten Exemplare. Feuerkogel, Ellipticus-Schichten, 8, coll. Heinrich.

Arcestes Schafferi nov. sp.

Taf. III, Fig. 1, 2.

Diese neue, nicht unerhebliche Dimensionen erreichende Art ist durch ihren weiten Nabel und den in einem zugespitzten Lappen am Mündungsrand vorspringenden Konvexteil ausgezeichnet.

Die inneren Kerne sind ebenso dick als hoch, sehr weit genabelt und entbehren der Schalenwülste. Die Zunahme der Verengerung des Nabels bei fortschreitendem Wachstum ist an dem in Figur 2 abgebildeten Exemplar deutlich zu ersehen. Der Externteil ist sehr gleichmäßig gerundet. Veränderungen in der Gestalt des Querschnittes stellen sich erst im Bereich der Wohnkammer ein.

Erwachsene Individuen zeigen eine auffallende Querschnittsveränderung durch die Verschmälerung ihres Konvexteiles, der am Beginn der Schlußwindung noch breit gewölbt, am Ende der ersten Hälfte dagegen schon steil gerundet ist. Doch nimmt er in der Nähe der Mündung wieder an Breite zu.

Die Schlußwindung ist hochmündig. Die Seitenteile fallen in den drei hinteren Quadranten in sanfter Wölbung von der Nabelregion zum Externteil ab. In der Nähe des Peristoms hingegen fällt die größte Breite des Querschnittes nicht mehr mit der Nabelregion zusammen, sondern erscheint um ein beträchtliches Stück nach außen hin verschoben. Der Nabel selbst bleibt geöffnet.

Der Mundsaum ist seitlich ein wenig umgeschlagen, doch weichen die vier mir vorliegenden Wohnkammerexemplare mit beinahe vollständig erhaltenen Peristomen in dieser Richtung einigermaßen voneinander ab. Ihnen allen ist jedoch die Verlängerung des Externteils in einen spitz zulaufenden Lappen gemeinsam.

Unsere Art kann mit keiner der bisher beschriebenen aus der Abteilung der *Arcestes coloni* in nähere Beziehung gebracht werden.

Dimensionen.

	Fig. 1	Fig. 2
Durchmesser	104 *mm*	55 *mm*
Höhe der Schlußwindung über der Naht	60	30
Höhe der Schlußwindung über der vorhergehenden Windung	21	12
Dicke der Schlußwindung	44	32
Nabelweite	7	9

Loben. Außerhalb des Nabelrandes stehen fünf Sättel. Die Hauptsättel sind verhältnismäßig schlank und reich zerschlitzt. Die Äste zu beiden Seiten der mittleren Achse des Externsattels sind unsymmetrisch angeordnet, jene auf der äußeren Seite stärker entwickelt als jene auf der entgegengesetzten.

Vorkommen. Zahl der untersuchten Exemplare. Feuerkogel, Subbullatus-Schichten, 5, coll. Heinrich.

Arcestes Frechi nov. sp.

Taf. III, Fig. 8.

Da nicht weniger als sechs Wohnkammerexemplare vorliegen, deren größtes einen Durchmesser von 24 *mm* nicht überschreitet, haben wir es hier ohne Zweifel mit einer Zwergform zu tun, die in manchen ihrer äußeren Merkmale eine Ähnlichkeit mit *Arcestes cheilostomus* v. Mojsisovics (Cephalopoden d. Hallst. Kalke, 1. c. p. 104, Taf. XLIX, Fig. 8) zur Schau trägt. Bezeichnend sind insbesondere die Hochmündigkeit und der am Peristom vorgezogene Lappen des Konvexteils. Doch ist der Mundsaum seitlich weniger stark kontrahiert als bei *A. cheilostomus*. Auch fehlt der kammartig aufgerichtete Kragen desselben im Bereich der Externregion. Endlich ist bei unserer neuen Spezies selbst an den ausgewachsenen Schalenexemplaren noch ein weiter offener Nabel vorhanden.

Die inneren Kerne sind verhältnismäßig weitnabelig, allseitig gerundet und entbehren der Schalenwülste. Sie gleichen, wenn man von dem Unterschied in den Dimensionen absieht, in auffallender Weise jenen des *A. Schafferi*. Auch die Gestalt des Peristoms der erwachsenen Individuen legt die Vermutung engerer verwandtschaftlicher Beziehungen zwischen beiden Arten nahe.

Dimensionen.

Durchmesser	19 *mm*
Höhe der Schlußwindung	9·5
Dicke der Schlußwindung	8
Nabelweite	2

Loben. Nicht bekannt.

Vorkommen. Zahl der untersuchten Exemplare. Ausseer Salzberg, julische Unterstufe, 7, coll. Heinrich.

Arcestes sp. ind. aff. Frechi Diener.

Taf. 1, Fig. 8.

Ein tadellos erhaltenes Wohnkammerexemplar von sehr kleinen Dimensionen, das in fast allen seinen Merkmalen mit *Arcestes Frechi* übereinstimmt, wage ich gleichwohl mit der genannten Spezies nicht direkt zu identifizieren, weil der Externlappen des Peristoms nicht die für *A. Frechi* und *A. Schafferi* charakteristische Zuspitzung zeigt, sondern breit abgerundet ist.

Ob ein zweites größeres Exemplar von der gleichen Lokalität, dessen Mundsaum nicht erhalten ist, zu dieser Art gehört, bleibt zweifelhaft.

Dimensionen.

Durchmesser	15 *mm*
Höhe der Schlußwindung	8
Dicke der Schlußwindung	6·5
Nabelweite	1

Loben. Nicht bekannt.

Vorkommen. Zahl der untersuchten Exemplare. Feuerkogel, Ellipticus-Schichten, 1, coll. Heinrich.

C. Gruppe der Arcestes galeati.

Arcestes obtusogaleatus v. Mojsisovics.

1875 *Arcestes obtusogaleatus* v. Mojsisovics, Cephalopoden d. Hallst. Kalke, Abhandl. Geol. Reichsanst. VI/1, p. 139, Taf. XXXVI, Fig. 1, XXXVII, Fig. 1.

1902 *A. obtusogaleatus* v. Mojsisovics, l. c. Supplement, p. 269.

Von dieser obernorischen Art ist mir ein Exemplar aus den Zlambachschichten des oberen Stammbachgrabens (coll. Kittl) bekannt geworden.

Subgen. **Proarcestes** v. Mojsisovics.

(Gruppe der Arcestes extralabiati.)

Proarcestes nov. sp. ind.

Ich kann dieser neuen Art, deren Bestimmung zweifelhaft bleibt, nur ein leider nicht vollständiges Exemplar aus den Ellipticus-Schichten des Feuerkogels (coll. Heinrich) zugrunde legen, das zwar einen großen Teil der Wohnkammer, jedoch nicht das Peristom zeigt.

Das Stück unterscheidet sich auf den ersten Blick von allen bisher bekannten Arten aus der Gruppe der *Arcestes extralabiati* durch seine auffallende Hochmündigkeit. Den relativ weiten Nabel teilt es mit *Proarcestes cimmensis* v. Mojsisovics und *P. Boeckhi* Mojs. Die Zugehörigkeit zur Gruppe der *A. extralabiati* wird durch das Auftreten einer breiten, ziemlich seichten Furche im vorderen Viertel der Wohnkammer wahrscheinlich gemacht. Diese Furche wird an ihrem Hinterrande von einem deutlich markierten, scharfen Wulst begleitet und ist in der Nähe des Externteils stark noch rückwärts gerichtet. Der Verlauf der Furche auf den Flanken ist leider nicht festzustellen.

Dimensionen.

Durchmesser	59 *mm*
Höhe der Schlußwindung	27
Dicke der Schlußwindung	18
Nabelweite	8

Loben. Nicht bekannt. Die Zugehörigkeit unserer Spezies zu *Proarcestes* bleibt infolgedessen zweifelhaft, da auch eine solche zu *Joannites* in Betracht gezogen werden könnte.

Subgen. **Pararcestes** v. Mojsisovics.

(Gruppe der Arcestas sublabiati.)

Pararcestes sublabiatiformis nov. sp.

Taf. III, Fig. 6, 7.

Eine dem Typus der *Arcestes sublabiati, Pararcestes sublabiatus* v. Mojsisovics (Cephalopoden d. Hallst. Kalke, 1. c. p. 94, Taf. LV, Fig. 12) sehr nahestehende Art, die sich von der eben genannten Spezies hauptsächlich durch die geringere Breite und Abplattung des Externteils in der Nähe des Peristoms unterscheidet. Während bei *P. sublabiatus* im Bereich der Mündung die größte Breite des Querschnittes in die Marginalregion fällt, persistiert sie bei unserer neuen Art auf der ganzen Schlußwindung in der Nabelregion. Auch bleibt die Wölbung des Konvexteils am Beginn und Ende der Schlußwindung nahezu gleich.

Die Oberfläche der Schale ist vollkommen glatt und zeigt keinerlei Andeutung von Kontraktionen. Dagegen sind mindestens vier, vielleicht sogar fünf innere Schalenwülste auf der Wohnkammer vorhanden, die sich auf dem Steinkern als radiale, auf dem Externteil leicht gegen vorne gekrümmte Furchen abzeichnen. Auch auf den inneren Kernen sind solche Steinkernfurchen vorhanden. Der in Fig. 7 abgebildete, aus einem Wohnkammerexemplar herauspräparierte innere Kern weist mindestens zwei innere Schalenwülste auf.

Da die inneren Schalenwülste auf der Schalenoberfläche nicht zum Ausdruck gelangen, so kann deren Zahl auf dem Steinkern nur nach Ablösung der Schale ermittelt werden, ein Verfahren, von dem mit Rücksicht auf die beschränkte Zahl der zur Untersuchung verfügbaren Exemplare nur ein mäßiger Gebrauch gemacht werden konnte.

Der Nabel der Schalenexemplare ist auf der Schlußwindung kallös verschlossen, wie bei *Pararcestes sublabiatus*, auf den inneren Kernen geöffnet, aber sehr eng.

Dimensionen.

	Fig. 6		Fig. 7	
Durchmesser	64	*mm*	31	*mm*
Höhe der Schlußwindung über der Naht	35		17	
Höhe der Schlußwindung über dem Externteil der vorhergehenden Windung	12·5		8	
Dicke der Schlußwindung	30		22·5	
Nabelweite	0		?	

Loben. Im Detail nicht bekannt. Medianhöcker kräftig entwickelt. Die Äste des Externsattels zeigen eine annähernd symmetrische Anordnung zu beiden Seiten der Medianlinie.

Vorkommen. Zahl der untersuchten Exemplare. Feuerkogel, Subbullatus-Schichten, 3, coll. Heinrich.

Pararcestes cf. Lipoldi v. Mojsisovics.

Textfig. 3.

1875 *Arcestes Lipoldi* v. Mojsisovics, Cephalopoden d. Hallst. Kalke, Abhandl. Geol. Reichsanst. VI 1, p. 96, Taf. LVI, Fig. 3.

1902 *Pararcestes Lipoldi* v. Mojsisovics, 1. c. Supplement, p. 261.

Ein nicht tadellos erhaltenes Wohnkammerexemplar mit defektem Mundrand schließt sich dem *Pararcestes Lipoldi* v. Mojs. aus den Ellipticus-Schichten des Feuerkogels so nahe an, daß mir eine spezifische Trennung ohne ein reicheres Material nicht zulässig erscheint. Vor allem entspricht unser

Exemplar dem — übrigens nur in einem Unikum vorliegenden — Originalstück vollständig in bezug auf die Veränderungen in der Gestalt des Querschnittes im Bereich der Wohnkammer. Der Externteil zeigt sich am Beginn und am Ende der Schlußwindung breit gewölbt, in den zwischenliegenden Quadranten dagegen spitz gerundet.

Wo die Oberfläche der Schale gut erhalten ist, zeigt sie zarte Anwachsstreifen, wie bei *P. Lipoldi.*

Steinkernfurchen, die inneren Schalenverdickungen entsprechen würden, sind an meinem Exemplar nicht zu beobachten. Die Zugehörigkeit desselben zur Untergattung *Pararcestes* steht daher ebensowenig fest als bei dem von E. v. Mojsisovics beschriebenen Originalexemplar des *P. Lipoldi.*

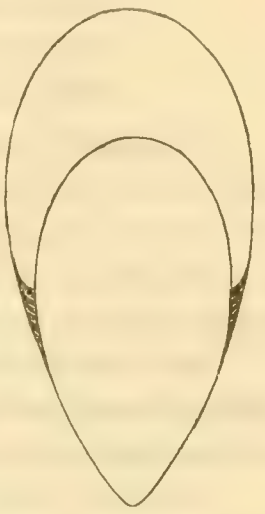
Dimensionen.

Durchmesser	64 *mm*
Höhe der Schlußwindung über der Naht	37
Höhe der Schlußwindung über dem Externteil der vorhergehenden Windung	17
Dicke der Schlußwindung	32
Nabelweite	?

Loben. Nicht bekannt.

Vorkommen. Zahl der untersuchten Exemplare. Feuerkogel, Subbullatus-Schichten, 1, coll. Heinrich.

Fig. 3.



Pararcestes cf. Lipoldi Mojs. Querschnitt eines Exemplars aus der Subbull.-Linse des Feuerkogels, coll. Heinrich.

Pararcestes Kerneri nov. sp.

Taf. IV, Fig. 1—3.

In die Verwandtschaft des *Pararcestes sublabiatus* Mojs. gehört unzweifelhaft eine neue Art aus den Subbullatus-Schichten des Feuerkogels, die in einzelnen Merkmalen auch eine weitgehende Ähnlichkeit mit *Arcestes Geyeri* aus der Abteilung der *Arcestes coloni* aufweist.

Innere Kerne dieser Spezies sind mir nicht bekannt, wohl aber Wohnkammerexemplare mit beinahe vollständig erhaltenen Mundrändern. Sie erinnern in ihrer äußeren Erscheinung zunächst an *Arcestes clausus* v. Mojsisovics (Cephal. d. Hallst. Kalke, l. c. p. 111, Taf. L, Fig. 5) und an *A. Geyeri* Diener, zwischen denen sie, was das Verhältnis der Höhe zur Breite des Querschnittes betrifft, ungefähr die Mitte halten. Der Externteil bleibt im Bereich der ganzen Schlußwindung gleichmäßig gewölbt. Der Nabel ist durch einen Kallus verschlossen.

Der Mundrand selbst ist, wie bei *A. Geyeri,* kragenartig aufgebogen, allerdings erheblich niedriger als bei der genannten Art. Hinter ihm befindet sich eine Schalenfurche von mäßiger Tiefe, der auf der Innenseite der Schale ein mächtig vortretender Wulst entspricht. Schale und Steinkern bieten daher im Bereich des Peristoms ein wesentlich verschiedenes Bild, wie ein Vergleich der beiden Seitenansichten des in Fig. 1 dargestellten Exemplars lehrt. An der Schalenoberfläche ist die Kontraktion nicht stärker als bei *A. Geyeri* und erlischt in der Mitte der Flanken, auf dem Steinkern greift sie viel tiefer und setzt bis zum Nabel fort. Eine solche Steinkernfurche als Abdruck einer inneren Schalenverdickung habe ich an keinem der von mir untersuchten Wohnkammerexemplare des *A. Geyeri* beobachtet.

Das wichtigste Merkmal, das unsere Art von *A. Geyeri* unterscheidet und zugleich die Zuteilung zur Gruppe der *Arcestes sublabiati (Pararcestes)* begründet, ist das Auftreten von zwei weiteren Steinkernfurchen im Bereich der Wohnkammer. An dem in Fig. 2 zur Abbildung gebrachten Wohnkammerexemplar, dessen Schale auf der linken Seite des Gehäuses abgelöst wurde, um den Steinkern sichtbar zu machen, treten drei Kontraktionen als Begrenzung der mittleren und hinteren Quadranten hervor. Sie sind sehr seicht, beschreiben auf den Flanken eine schwache Krümmung nach vorwärts und eine ebenso schwache nach rückwärts gerichtete Biegung auf dem Externteil. Diese Furchen sind auch auf der äußeren Schale angedeutet, aber so schwach ausgeprägt, daß sie bei oberflächlicher Betrachtung des Stückes kaum ins Auge fallen.

Dimensionen.

Durchmesser	67 *mm*
Höhe der Schlußwindung über der Naht	39
Höhe der Schlußwindung über dem Externteil der vorhergehenden Windung	16
Dicke der Schlußwindung	43
Nabelweite	0

Das größte Exemplar dieser Spezies erreicht einen Durchmesser von 87 *mm* bei einer Windungshöhe von 53 und einer Querschnittsbreite von 51 *mm*.

Loben. An dem größten der fünf mir vorliegenden Exemplare fällt die letzte Sutur fast genau mit dem Beginn der letzten Windung zusammen. Die Länge der Wohnkammer ist daher jener des letzten Umganges gleichzusetzen.

Die Suturlinie ist sehr ähnlich jener des *Pararcestes sublabiatus*. Die Sattelköpfe sind dreigipfelig. Außerdem trägt jeder Sattel nur je zwei Äste an jeder Seite der Hauptachse. Diese Äste stehen nur am Externsattel ein wenig asymmetrisch. Sechs Sättel befinden sich außerhalb der Naht.

Auch an diesem Exemplar konnte eine Steinkernfurche am Beginn der Wohnkammer, knapp vor der letzten Suturlinie durch die Präparation der letzteren bloßgelegt werden. Soweit die Schale an dieser Stelle in unverletztem Zustand belassen werden konnte, zeigt sie eine sehr deutliche, aus groben, vielfach unterbrochenen Querstrichen bestehende Runzelschicht, die quer über den Konvexteil verläuft.

Vorkommen. Zahl der untersuchten Exemplare. Feuerkogel, Subbullatus-Schichten, 5, coll. Heinrich.

Pararcestes Welteri nov. sp.

Taf. IV, Fig. 4.

Auch diese neue Art gehört trotz ihrer großen äußeren Ähnlichkeit mit *Proarcestes Barrandei* Laube (Die Fauna der Schichten von St. Cassian, Denkschr. Akad. Wissensch. Wien, XXX., 1869, p. 90, Taf. XLIII, Fig. 2) wahrscheinlich der Gruppe der *Arcestes sublabiati* an. Dafür spricht das Auftreten einer breiten und tiefen, sigmoid geschwungenen Steinkernfurche am Peristom, die dem eigentlichen Mundsaum unmittelbar vorrausgeht. Soweit die Schale an dem abgebildeten Stück im Bereich des Peristoms erhalten ist — leider ist dies nur auf dem der Nabelregion benachbarten Teil der rechten Flanke der Fall —, zeigt sie ebenfalls eine, jedoch erheblich seichtere Kontraktion. An dem Querschnitt der abgesprungenen Schale kann man deutlich deren Dickenzunahme entlang der Steinkernfurche erkennen.

Der eigentliche Mundsaum selbst ist nur zum geringsten Teil erhalten. Wahrscheinlich bildete er einen niedrigen, aufgebogenen Kragen, wie bei *Pararcestes Kerneri*.

Innere Kerne dieser Art sind mir nicht bekannt geworden. Die Schlußwindung erinnert im Querschnitt an *Proarcestes Barrandei*, doch wachsen die Umgänge bei unserer nordalpinen Spezies viel langsamer an, wie dies die auffallend geringe Distanz des Externteiles am Beginn und Ende der Schlußwindung beweist. Sie beträgt nur 16 *mm* bei einem Schalendurchmesser von 84 *mm*, während die gleichen Abmessungen bei *Proarcestes Barrandei* 13 und 53 *mm* ergeben.

Der Querschnitt unserer Spezies ergibt ein fast gleichseitiges Dreieck. Die größte Dicke des Umganges fällt in die Nabelregion. Von dieser aus konvergieren die Flanken mit sehr geringer Wölbung gegen den schmalen Externteil. Der Nabel ist sehr eng, vielleicht sogar kallös verschlossen

Dimensionen.

Durchmesser	84 *mm*
Höhe der Schlußwindung über der Naht	49
Höhe der Schlußwindung über dem Externteil der vorhergehenden Windung	16
Dicke der Schlußwindung	58
Nabelweite	?

Loben. Nicht bekannt.

Vorkommen. Zahl der untersuchten Exemplare. Feuerkogel, Subbullatus-Schichten, 2, coll. Heinrich.

Subgen. **Stenarcestes** v. Mojsisovics.

(Gruppe der Arcestes subumbilicati.)

Stenarcestes planus v. Mojsisovics.

1875 *Arcestes planus* v. Mojsisovics, Cephal. d. Hallst. Kalke, Abhandl. Geol. Reichsanst. VI/1, p. 146, Taf. LXVIII, Fig. 5, 6.

1902 *Stenarcestes planus* v. Mojsisovics, l. c. Supplement, p. 270.

Von dieser Spezies, die bisher nur aus Hallstätter Kalken unternorischen Alters bekannt war, hat Kittl mehrere Exemplare in den obernorischen Zlambachschichten des oberen Stammbachgrabens gesammelt.

Auch in dem grauen Marmor des Taubensteins scheint die Art vorzukommen, doch lassen die derselben vermutlich zuzuzählenden Stücke keine einwandfreie Bestimmung zu.

Stenarcestes leiostracus v. Mojsisovics.

1875 *Arcestes leiostracus* v. Mojsisovics, Cephal. d. Hallst. Kalke, Abhandl. Geol. Reichsanst. VI/1, p. 114, Taf. LXVIII, Fig. 4.

1902 *Stenarceste leiostracus* v. Mojsisovics, l. c. Supplement, p. 271.

Das Vorkommen dieser unternorischen Art im grauen Marmor des Taubensteins im Gosautale konnte durch E. Kittl sichergestellt werden.

Stenarcestes ptychodes v. Mojsisovics.

1875 *Arcestes ptychodes* v. Mojsisovics, Cephal. d. Hallst. Kalke, Abhandl. Geol. Reichsanst. VI/1, p. 147, Taf. LXVI, Fig. 8, Taf. LXVII, Fig. 2.

1902 *Stenarcestes ptychodes* v. Mojsisovics, l. c. Supplement, p. 271.

Diese Art, die von E. v. Mojsisovics aus dem unternorischen Gastropoden-Marmor der Vorder-Sandling und dem obernorischen Marmor des Steinbergkogels zitiert wird, hat sich auch in den Hallstätter Kalken des Taubensteins und Leisling (coll. Kittl) gefunden.

Subgen. **Ptycharcestes** v. Mojsisovics.

1893 *Ptycharcestes* v. Mojsisovics, Cephal. d. Hallst. Kalke, Abhandl. Geol. Reichsanst. VI/2, p. 786.

Ptycharcestes Heinrichii nov. sp.

Taf. I, Fig. 7.

Innerhalb der Gattung *Arcestes* nimmt *A. rugosus* v. Mojsisovics (l. c. Abhandl. Geol. Reichsanst. VI/2, 1893, p. 787, Taf. CXXIV, Fig. 11) als der einzige Repräsentant des Subgenus *Ptycharcestes* eine bisher vereinzelte Stellung ein. Er weist auf der Wohnkammer eine kräftige, an viele Arten der Gattung *Lobites* Mojs. erinnernde Radialskulptur auf, während sonst eine glatte Schale zu den bezeichnenden Merkmalen des Genus *Arcestes* gehört.

Nunmehr liegt mir eine zweite Art der Untergattung *Ptycharcestes* aus der karnisch-norischen Mischfauna des Feuerkogels vor. In der Größe mit *Ptycharcestes rugosus* Mojs. aus den karnischen Ellipticus-Schichten des Feuerkogels vollständig übereinstimmend, muß sie doch von dieser Art mit Rücksicht auf die abweichenden Querschnittsverhältnisse getrennt werden. Während bei *Pt. rugosus* der Externteil durch eine spiral verlaufende Einschnürung von den Seitenteilen abgetrennt und dadurch stark verschmälert erscheint, ist er bei unserer Art sehr breit und geht ganz allmählich in die Seiten-

teile über. Auch sind die Rippen zahlreicher, schärfer und dichter gedrängt. Sie übersetzen Flanken und Externteil ohne Unterbrechung wie bei *Lobites* und bei vielen jurassischen Phylloceren.

Das Peristom ist an dem einzigen mir vorliegenden Stück vollständig erhalten. Es verläuft von dem engen, aber nicht kallös verschlossenen Nabel zuerst in streng radialer Richtung bis in die Marginalregion und biegt dann scharf nach vorne um, so daß ein breiter, zungenförmig vorgezogener Externlappen entsteht.

Die Gestalt des Gehäuses erfährt im Bereich der Wohnkammer nur insoferne eine Veränderung, als die Dicke des letzten Umganges, die an dessen Beginn in der Marginalregion ihr Maximum erreicht, in dem mittleren Teile dieses Umganges erheblich abnimmt. Dieses Merkmal ist bekanntlich auch vielen Haloriten und Lobiten in noch erhöhtem Maße eigentümlich.

Es kann nicht geleugnet werden, daß unsere Art in ihrer äußeren Erscheinung manche Ähnlichkeit mit der Gruppe der *Lobites elliptici (Lobites s. s.)* zeigt, so daß der Verdacht ihrer Zugehörigkeit zu der letzteren Gattung rege werden könnte. Einer solchen Meinung steht jedoch die mangelnde Ausschnürung der Schlußwindung als ein unüberwindliches Hindernis entgegen.

In seiner Diagnose des Genus *Lobites* sagt E. v. Mojsisovics (Cephal. d. Hallst. Kalke, Abhandl. Geol. Reichsanst. VI/1, 1875, p. 155): »Zwei Merkmale sind es, durch welche sich *Lobites* von *Arcestes* unterscheidet, die eigentümliche Gestalt der Loben und die Ausschnürung der Schlußwindung, welche die Bildung eines kleinen, kantig vorragenden Seitenlappens am Mundrande im Gefolge hat.«

Da das mir vorliegende Stück als Unikum der Gefahr einer Zerstörung nicht ausgesetzt werden durfte, so mußte ein Versuch, die Frage durch Präparation der Suturlinie zu entscheiden, unterbleiben. Indessen genügt die Beobachtung des Peristoms, um eine Vereinigung mit *Lobites* auszuschließen. Da nach E. v. Mojsisovics (l. c. p. 156) alle Spezies des letzteren Genus durch eine Egression der Schlußwindung — entweder in einer gebrochenen oder ununterbrochenen Spirale — ausgezeichnet sind, so kann unsere Art mit dem Mundsaum eines normalen *Arcestes* nur an *Ptycharcestes* angeschlossen werden.

Dimensionen.

Durchmesser	31 *mm*
Höhe der Schlußwindung	15
Dicke der Schlußwindung	11
Dicke am Beginn der Schlußwindung	11
Dicke in der Hälfte der Schlußwindung	10
Nabelweite	2

Loben. Nicht bekannt. Der ganze letzte Umgang gehört bereits der Wohnkammer an.

Vorkommen. Zahl der untersuchten Exemplare. Feuerkogel, karnisch-norische Mischfauna 1, coll. Heinrich.

Übersicht der neuen Arten des Genus *Arcestes* und ihrer stratigraphischen Verbreitung.

I. Arcestes s. s.

1. *A. pinacostomus*	Subbullatus-Schichten.
2. *A. Spengleri*	Karnisch-norische Mischfauna.
3. *A. Trauthi*	Karnisch-norische Mischfauna.
4. *A. Piae*	Karnisch-norische Mischfauna.
5. *A. Geyeri*	Subbullatus-Schichten.
6. *A. Rotkyi*	Subbullatus-Schichten.
7. *A. Tietzei*	Ellipticus-Schichten.
8. *A. Xaverii*	Subbullatus-Schichten.
9. *A. regalis*	Subbullatus-Schichten.

10.	*A. Gattnari*	Ellipticus-Schichten.
11.	*A. Schafferi*	Subbullatus-Schichten.
12.	*A. Frechi*	Julische Unterstufe (Ausseer Salzberg).

II. Paracestes Mojs.

13.	*A. sublabiatiformis*	Subbullatus-Schichten.
14.	*A. Kerneri*	Subbullatus-Schichten.
15.	*A. Welteri*	Subbullatus-Schichten.

III. Ptycharcestes Mojs.

16.	*A. Heinrichii*	Karnisch-norische Mischfauna.

Fam. Cladiscitidae Mojs.

Gen. Cladiscites Mojs.

Cladiscites sp. ind. ex aff. tornato Bronn.

Aus der karnischen Mischfauna des Feuerkogels liegt mir eine neue Spezies des Genus *Cladiscites* vor, die sich an den norischen *Cl. tornatus* (Bronn) v. Hauer (Cephal. d. Salzkammergutes, 1846, p. 26, Taf. IX, Fig. 1, 2, non 4) sehr nahe anzuschließen scheint. Die Suturen sind wohl hinreichend gut erhalten, um die Zugehörigkeit unserer Art zur Gruppe der *C. tornati* zu gewährleisten und eine solche zu *Hypocladiscites* auszuschließen, gestatten aber keine Präparation der Details. Da E. v. Mojsisovics gerade auf die feineren Unterschiede im Bau der Lobenlinie bei der Sonderung seiner Arten des Genus *Cladiscites* Gewicht gelegt hat, so verzichte ich mit Rücksicht auf diese empfindliche Lücke in meiner Diagnose auf die Einführung eines besonderen Speziesnamens.

Ein großes mit Wohnkammer versehenes Exemplar von 88 *mm* Durchmesser unterscheidet sich von *Cladiscites tornatus* in den Querschnittsverhältnissen nur durch eine etwas größere Hochmündigkeit, da das Verhältnis der Windungshöhe zur Dicke 51 : 42 *mm* — gegen 54 : 50 *mm* bei dem von E. v. Mojsisovics abgebildeten Originalexemplar des *Cl. tornatus* (Cephal. Hallst. Kalke, Abhandl. Geol. Reichsanst. VI/1, 1873, Taf. XXVIII, Fig. 1 — beträgt.

Zwei andere Exemplare von mehr als 7 *cm* Durchmesser zeigen auf der Externseite zahlreiche zarte, in regelmäßigen Abständen folgende Querrunzeln, die sich auf den Flanken in der Nähe der Seitenmitte allmählich verlieren. E. v. Mojsisovics hat an einem Exemplar der *var. Gefion* des *Cladiscites tornatus* eine ähnliche Querskulptur beobachtet, ihr aber keine spezifische Bedeutung beigemessen, Auch ich glaube, daß es sich hier nur um individuell abweichende Stücke unserer neuen Spezies handelt. *Cl. tenuiplicatus* Gemmellaro (Cefalopodi del Trias sup. della regione occidentale della Sicilia, Palermo, 1904, p. 277, Tav. XXIX, fig. 41, 42) kann mit unserer Form nicht identifiziert werden, da innere Kerne der letzteren von gleicher Größe mit dem sizilianischen Original weder eine Querskulptur noch die Aufwölbung der Medianregion des Externteiles zeigen.

Vorkommen. Zahl der untersuchten Exemplare. Feuerkogel, karnisch-norische Mischfauna. 3, coll. Kittl.

Cladiscites crassestriatus v. Mojsisovics.

1873 *Arcestes crassestriatus* v. Mojsisovics, Cephal. d. Hallst. Kalke, Abhandl. Geol. Reichsanst. VI/1, p. 79, Taf. XXX, Fig. 4.

1902 *Cladiscites crassestriatus* v. Mojsisovics, ibidem, Supplement, p. 281.

1904 *Cl. Ferdinandi* Gemmellaro, I cefalopodi del Trias superiore della regione occidentale della Sicilia, p. 275, Tav. XXIX, fig. 43, 44.

1908 *Cl. crassestriatus* Diener, Palaeontol. Indica, ser. XV, Himal. Foss. Vol. I. Pt. 1, Exotic blocks of Malla Johar, p. 9, Pl. II, fig. 5—8, IV, fig. 1, 2, 8, 9.

1911 *Cl. crassestriatus* Wanner, Triascephal. von Timor u. Rotti, Neues Jahrb. f. Mineral. Beil. Bd. XXXII, p. 190, Taf. VII, Fig. 7.

1914 *Cl. crassestriatus* Welter, Die obertriad. Ammoniten u. Nautiliden von Timor, in Wanner: Palaeontol. v. Timor, 1. Liefg., p. 172.

1915 *Cl. crassestriatus* Diener, Foss. Catalog. I. Pars 8, Cephalopoda triadica, p. 102.

In meiner Arbeit über die exotischen Böcke von Malla Johar habe ich einige schwerwiegende Fehler in der Illustration dieser Spezies bei E. v. Mojsisovics auf Grund einer Untersuchung der Originalexemplare im Museum der Geologischen Reichsanstalt in Wien richtiggestellt. In dem mir gegenwärtig vorliegenden Material ist die Art durch ein Exemplar vom Feuerkogel vertreten, das genau mit dem von mir in der erwähnten Arbeit (Pl. IV, Fig. 9) abgebildeten Exemplar aus den Ellipticus-Schichten der gleichen Lokalität übereinstimmt.

Der Unterschied in der Ornamentierung der Flanken und des Externteils ist an diesem Stück noch auffallender als an der Mehrzahl der Hallstätter Exemplare vom Feuerkogel und Sandling. Auch an Stellen, wo die Schale des Konvexteiles gut erhalten ist, erscheint sie nahezu glatt. In diesem Merkmal stimmt *Cl. crassestriatus* mit *Cl. Gorgiae* Gemmellaro (l. c. p. 270, Tav. III, fig. 19, 20, XXIII, fig. 3—5) überein, bei dem jedoch die Flanken ohne Intervention einer Marginalkante mit breiter Rundung in den Externteil übergehen.

Cl. Ferdinandi Gemmellaro aus den hornsteinführenden Kalken von Modanesi (Sizilien) dürfte wohl mit dieser alpinen Art identisch sein. Die von Gemmellaro angegebenen Unterschiede beruhen, was die Form des Windungsquerschnittes betrifft, auf einem durch die unzureichende Abbildung bei E. v. Mojsisovics hervorgerufenen Mißverständnis.

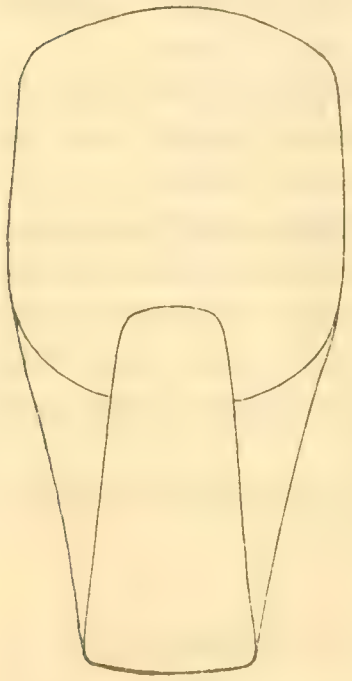
Vorkommen. Zahl der untersuchten Exemplare. Feuerkogel, karnisch-norische Mischfauna 1, coll. Heinrich.

Cladiscites sp. ind. aff. crassestriato v. Mojsisovics.

Textfig. 4 und 5.

An diese Art schließt sich ferner ein großes Exemplar eines Cladiscites an, das bei einem Durchmesser von 95 *mm* noch vollständig gekammert ist. Die Marginalkanten sind auch in diesem Wachstumsstadium sehr deutlich ausgeprägt und nur ganz wenig abgerundet. Der Abstand derselben steht dem in die Nabelregion fallenden Breitendurchmesser kaum nach. Höhe und Breite stehen in dem Verhältnis 9 : 10. Auch in seiner Skulptur stimmt dieses Exemplar, das die größten im Museum der Geologischen Reichsanstalt in Wien liegenden Stücke des *Ct. crassestriatus* aus den Ellipticus-Schichten noch übertrifft, mit den letzteren vollständig überein.

Fig. 4.



Cladiscites sp. ind. aff. *crassestriato* Mojs. Feuerkogel, karn. nor. Mischfauna. Querschnitt.

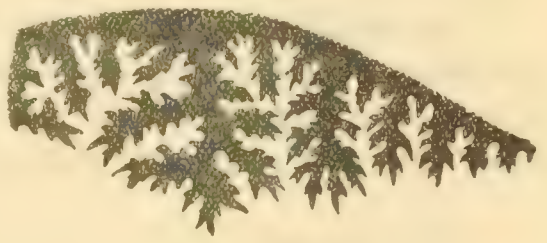
Ich hätte keinen Augenblick gegen eine Identifizierung dieses Stückes mit *Cladiscites crassestriatus* Bedenken gehabt, wenn nicht auffallende Unterschiede im Bau der Suturlinie eine solche verbieten würden.

Um die Suturlinie sichtbar zu machen, war ein etwas stärkeres Abschleifen der obersten Schichte des Steinkerns erforderlich, so daß die Sattelstämme und deren Verästelungen nicht mehr so zart erscheinen, wie an dem in meiner Arbeit über die exotischen Blöcke von Malla Johar abgebildeten Stück aus den Ellipticus-Schichten des Feuerkogels.

Bei dem Vergleich der Suturlinien von Cladisciten muß man sich stets die Tatsache vor Augen halten, daß schon eine ganz geringe Verlegung der Schlifffläche sehr erhebliche Veränderungen in der Gestalt der Lobenlinie mit sich bringt. Zum Beweis dessen genügt eine Betrachtung der Suturlinie des *Paracladiscites diuturnus* Mojs. auf Taf. XXXII, Fig. 10 des ersten Bandes der Monographie der Hallstätter Cephalopoden von E. v. Mojsisovics. Äste und Stamm des ersten Lateral-

sattels erscheinen hier unverhältnismäßig plumper als die übrigen Sättel, obwohl diese Partie des Steinkerns nur ein wenig stärker als ihre Umgebung angeätzt worden ist. Gerade die feinsten Verzweigungen der Kammerscheidewände divergieren bei *Cladiscites* in unmittelbarer Nähe der Schale auffallend stark gegen das Innere des Gehäuses. Aus der größeren oder geringeren Schlankheit der Sättel dürfen daher bei dem Vergleich der einzelnen Suturlinien keine Schlußfolgerungen abgeleitet werden.

Fig. 5.



Suturlinie von *Cladiscites* sp. ind. aff. *crassestriato* Mojs. nor.-karn. Mischf. Feuerkogel.

Allein selbst wenn man dieser Erfahrung in weitgehendem Maße Rechnung trägt, wird man doch zwischen den Suturlinien eines typischen *Cladiscites crassestriatus* und unseres Stückes so tiefgreifende Unterschiede finden, daß dieselben eine spezifische Trennnung beider Formen erheischen.

Das auffallendste Merkmal ist die außerordentliche Breite des Externsattels, der den ersten Lateralsattel an Höhe kaum übertrifft. Er gipfelt in vier Zweigen, die in ihrer Höhe voneinander nur wenig abweichen. Außerdem steht auf der Innenseite dieses Sattels nur noch ein einziger, in den breiten Laterallobus tief eingreifender Seitenast. Die beiden Lateralsättel und auch die beiden ersten Hilfssättel sind dimeroid. Zwischen dem zweiten Lateralsattel und der Naht werden noch vier Auxiliarsättel gezählt.

Vorkommen. Zahl der untersuchten Exemplare. Feuerkogel, karnisch-norische Mischfauna, 1, coll. Heinrich.

Cladiscites pusillus v. Mojsisovics.

1873 *Arcestes pusillus* v. Mojsisovics, Cephalopoden d. Hallstätter Kalke, Abhandl. Geol. Reichsanstalt VI, 1, p. 77, Taf. XXVIII, Fig. 4.

1902 *Cladiscites pusillus* v. Mojsisovics, ibidem, Supplement, p. 281.

Diese bisher nur aus den Ellipticus-Schichten des Feuerkogels bekannte Art hat sich auch in mehreren, gut erhaltenen Exemplaren in der karnisch-norischen Mischfauna dieser Lokalität (coll. Heinrich) gefunden.

Cladiscites neortus v. Mojsisovics.

1873 *Arcestes neortus* v. Mojsisovics, Cephalopoden d. Hallstätter Kalke, Abhandl. Geol. Reichsanst. VI, 1, p. 78, Taf. XXX, Fig. 2, XXXII, Fig. 7.

1902 *Cladiscites neortus* v. Mojsisovics, ibidem, Supplement, p. 281.

In der karnisch-norischen Mischfauna des Feuerkogels liegen zwei Exemplare eines hochmündigen *Cladiscites*, die in ihrer Gestalt und den Größenverhältnissen mit *Cl. neortus* aus den norischen Hallstätter Kalken des Salzkammergutes übereinstimmen. Nur in der Zeichnung der Loben finde ich einige kleine Unterschiede, die mir jedoch für eine Trennung nicht ausreichend erscheinen. Die Zahl der Auxiliarsättel beträgt sieben.

Vorkommen. Zahl der untersuchten Exemplare. Feuerkogel, karnisch-norische Mischfauna, 2, coll. Heinrich.

Cladiscites externecavatus Welter.

Taf. IV, Fig. 5.

1914 *Cladiscites externecavatus* Welter, Die obertriadischen Ammoniten und Nautiliden von Timor, in Wanner: Palaeontol. v. Timor, I. Liefg., p. 175, Taf. XXVIII, Fig. 17—19.

Diese bisher nur aus der Obertrias von Timor bekannte Art liegt mir in mehreren, wohl erhaltenen Exemplaren vor. Allerdings zeigt keines derselben die Suturlinie, so daß die Identifizierung lediglich auf Grund der Gestalt und Skulptur des Gehäuses vorgenommen werden muß.

In der Hochmündigkeit und in den Querschnittsverhältnissen erinnern unsere Stücke, deren keines die Dimensionen des größten timoresischen Exemplars (Durchmesser 59 *mm*) erreicht, an *Cladiscites neortus* Mojs., unterscheiden sich jedoch von dieser Spezies auf den ersten Blick durch die Depression in der Mitte des Externteils, die den letzteren gewissermaßen ausgehöhlt erscheinen läßt.

Als bezeichnendes Merkmal der Skulptur gibt Welter, an daß der Abstand zwischen den sonst sehr feinen Längsstreifen in der Depression des Externteils genau über dem Medianhöcker gerade doppelt so groß wird als auf den Flanken. Auch in diesem Merkmale stimmen unsere Stücke genau mit den Originalen Welter's überein.

Dimensionen.

Durchmesser	37 *mm*
Höhe der Schlußwindung	22
Dicke der Schlußwindung	20
Nabelweite	?

Das größte der mir vorliegenden Exemplare erreicht einen Durchmesser von 45 *mm*.

Loben. Nicht bekannt.

Vorkommen. Zahl der untersuchten Exemplare. Feuerkogel, karnisch-norische Mischfauna, 3, coll. Heinrich.

Cladiscites Gorgiae Gemmellaro.

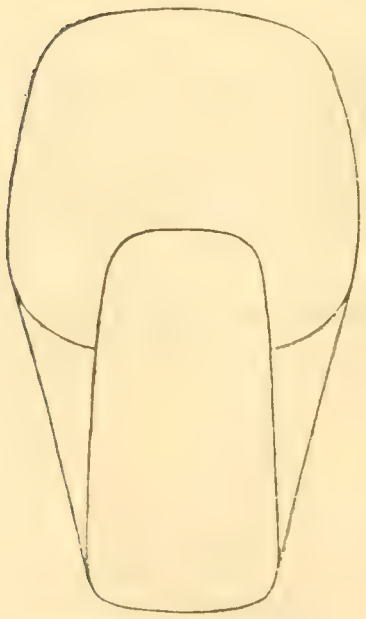
Textfig. 6.

1904 *Cladiscites Gorgiae* Gemmellaro, Cefalopodi del Trias superiore della regione occidentale della Sicilia, p. 270, Tav. III, fig. 19, 20, XXIII, fig. 3—5.

1908 *Cl. cf. Gorgiae* Diener, Palaeontol. Ind. ser. XV. Himalayan Foss. Vol. I, Pt. I, Triassic and liassic faunae of the exotic blocks of Malla Johar, p. 10, Pl. IV, fig. 5.

1914 *Cl. cf. Gorgiae* Welter, Obertriadische Ammoniten u. Nautiliden v. Timor, in Wanner: Palaeontol. v. Timor, L. Liefg., p. 173, Textfig. 47, 48.

Fig. 6.



Cladiscites Gorgiae Gemm. Subbullatus-Schichten. Feuerkogel, coll. Heinrich. Querschnitt.

Diese Art liegt mir nur in einem einzigen, großen Exemplar vor, dessen Suturlinie allerdings der Beobachtung nicht zugänglich ist. Doch vermag ich in der Skulptur und Gestalt des Gehäuses keine Unterschiede gegenüber der sizilianischen Spezies aus der Obertrias von Modanesi, Votano und Madonna del Balzo festzustellen.

Von den ähnlich dimensionierten Cladisciten der karnischen und norischen Stufe unterscheidet sich diese Art leicht durch den Kontrast in der Ornamentierung der Flanken und des Externteils. Der groben Längsstreifung der Seitenteile steht eine sehr zarte Längsskulptur auf dem Externteil gegenüber. In dieser Hinsicht herrscht Übereinstimmung mit *Cladiscites crassestriatus* Mojs. Doch gehen die Flanken mit wohl ausgebildeter Rundung in den Externteil über und zeigen keine kantige Begrenzung wie bei der zuletzt genannten Art. Ein Vergleich der beiden Textfig. 4 und 6 läßt den Unterschied deutlich hervortreten.

Außer der Spiralstreifung ist an unserem Stück in der Marginalregion der letzten halben Windung, die bereits der Wohnkammer angehört, eine sehr schwach ausgeprägte Radialskulptur entwickelt, die an jene bei *Cladiscites tenuistriatus* Gemmellaro (l. c. p. 277, Tav. XXIX, fig. 41, 42) erinnert. Doch stehen die Querrunzeln erheblich entfernter

und treten noch viel schwächer an solchen Stellen hervor, wo die Schale eine tadellose Erhaltung aufweist.

Dimensionen.

Durchmesser	80 *mm*
Höhe der Schlußwindung über der Naht	42
Höhe der Schlußwindung über dem Externteil der vorhergehenden Windung	27
Dicke der Schlußwindung	48
Nabelweite	0

Loben. Nicht bekannt.

Vorkommen. Zahl der untersuchten Exemplare. Feuerkogel, Subbullatus-Schichten, 1, coll. Heinrich.

Cladiscites quadratus v. Mojsisovics.

1849 *Ammonites aratus quadratus* Quenstedt, Cephalpoden, p. 254, Taf. XIX, Fig. 5.

1873 *Arcestes quadratus* v. Mojsisovics, Cephalopoden d. Hallstätter Kalke, Abhandl. Geol. Reichsanst. VI/1, p. 76, Taf. XXVIII, Fig. 3, XXXII, Fig. 5.

1902 *Cladiscites quadratus* v. Mojsisovics, ibidem, Supplement, p. 282.

1904 *Cladiscites quadratus* Gemmellaro, Cefalopodi del Trias sup. della regione occident. della Sicilia, p. 275, Tav. III, fig. 13, 14.

Ein Vergleich der mir vorliegenden Stücke mit den Originalexemplaren des *Cladiscites quadratus* im Museum der Geologischen Reichsanstalt in Wien hat mich von der Zugehörigkeit derselben zu der genannten Art überzeugt. Nur eines unter ihnen ist ein wenig größer, die übrigen halten sich in den bescheidenen Dimensionen der Originalstücke aus dem norischen Hallstätter Kalk des Sommeraukogels.

Die überaus feine und enge Spiralstreifung, die auf den Flanken und auf dem Konvexteil in gleicher Stärke ausgebildet erscheint, weist in Verbindung mit der Gestalt des Querschnittes auf *Cladiscites quadratus* Mojs., *Cl. morosus* Mojs. oder *Cl. pusillus* Mojs. hin, die einander außerordentlich nahestehen. Eine Identifizierung mit *Cl. tornatus* Bronn verbietet die Lage des maximalen Breitendurchmessers, der in die Nähe der Nabelregion fällt, während er bei *Cl. tornatus* in der Marginalregion liegt. Von *Cl. morosus* und *Cl. pusillus* unterscheiden sich unsere Exemplare nur durch die ein wenig stärkere Rundung in der Marginalregion.

E. v. Mojsisovics hat die Trennung der drei genannten Arten in erster Linie auf Unterschiede in der Suturlinie begründet, die leider an keinem unserer Stücke der Beobachtung zugänglich ist. Aber auch diese Unterschiede sind an den von E. v. Mojsisovics seiner Diagnose zugrunde gelegten Stücken so minimal, daß man wohl daran zweifeln kann, ob sie Merkmale von spezifischem Wert darstellen. Die Verhältnisse liegen hier nicht anders als bei *Cladiscites tornatus* und *Cl. Gefion*, die später wieder in eine Art zusammengezogen worden sind. Wären *Cl. quadratus* und *Cl. pusillus* nebeneinander im gleichen Niveau gefunden worden, so dürfte selbst E. v. Mojsisovics kaum einen Anstand an ihrer Vereinigung genommen haben.

Von *Cl. semitornatus* v. Mojsisovics (l. c. Supplement, 1902, p. 280, Taf. XX, Fig. 4), mit dem in der Gestalt des Gehäuses zweifellos eine weitgehende Ähnlichkeit besteht, sind unsere Stücke durch die gleichmäßig zarte Längsstreifung der Flanken und des Externteils unterschieden.

Für einen Vergleich mit unserer Spezies könnte auch *Cl. Beyrichii* Welter (Die obertriad. Ammoniten und Nautiliden v. Timor, in Wanner: Palaeontol. v. Timor, 1. Liefg., 1914, p. 170, Taf. XXVIII, Fig. 22, Textfig. 42—46) in Betracht kommen, der sich von der Gruppe des *Cl. quadratus* und *Cl. pusillus* nur durch die mehr als doppelt so große Zahl der Auxiliarsättel unterscheidet. Da an keinem der Stücke vom Feuerkogel die Suturlinie der Beobachtung zugänglich ist, ziehe ich es vor, dieselben mit der alpinen Spezies zu identifizieren.

Dimensionen.

	I.	II.
Durchmesser	63 *mm*	38 *mm*
Höhe der Schlußwindung über der Naht	37	23
Höhe der Schlußwindung über dem Externteil der vorhergehenden Windung	20	11
Dicke der Schlußwindung	36	25
Nabelweite	0	0

Die Dimensionen des kleineren Exemplars (II) stimmen fast genau mit jenen des von E. v. Mojsisovics abgebildeten Originals vom Sommeraukogel überein.

Loben. Nicht bekannt.

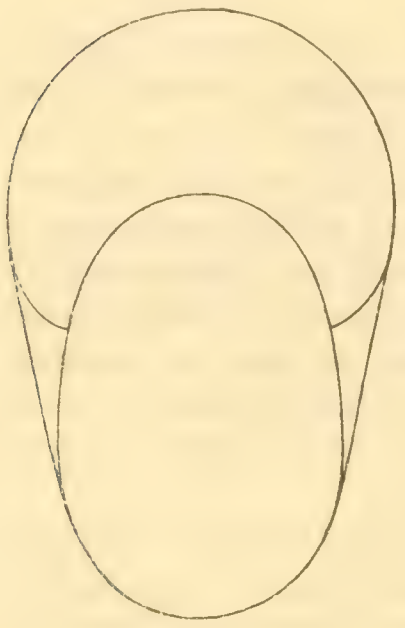
Vorkommen. Zahl der untersuchten Exemplare. Feuerkogel, karnisch-norische Mischfauna, 4, coll. Heinrich.

Cladiscites tuvalicus nov. sp.

Taf. IV, Fig. 6, Textfig. 7.

Diese unzweifelhaft neue Art, die leider nur durch ein einziges Exemplar in der coll. Heinrich repräsentiert wird, weicht von dem Normaltypus eines *Cladiscites* durch ihren allseitig gerundeten Querschnitt ab und bildet dadurch ein Seitenstück innerhalb dieser Gattung zu *Paracladiscites indicus* v. Mojsisovics (Beiträge zur Kenntnis der obertriadischen Cephalopodenfaunen des Himalaya, Denkschr. Akad. Wissensch., Wien, LXIII, 1896, p. 658, Taf. XX, Fig. 1). Wie bei der genannten indischen Spezies findet auch bei unserem Exemplar eine Trennung der Flanken vom Externteil in keiner Weise statt, vielmehr geht die Wölbung des Externteils ganz allmählich in jene der Seitenteile über. Auch gegen den Nabel wölben sich die letzteren mit immer zunehmender Rundung ohne Intervention einer eigentlichen Nabelwand hinab.

Fig. 7.



Cladiscites tuvalicus nov. sp. Feuerkogel. Subbullatus-Linse, coll. Heinrich. Querschnitt.

Während jedoch bei *Paracladiscites indicus* die Schale vollkommen glatt ist, zeigt sie an unserem Exemplar die für *Cladiscites s. s.* charakteristische Spiralstreifung. Die Spiralstreifen sind auf den Seitenteilen zart und ziemlich weit abstehend (0·8 bis 0·9 *mm*), auf dem Externteil ebenso fein, aber viel dichter gedrängt. Eine mediane Zone mit breiten Zwischenräumen, wie bei *Cl. externecavatus* Welter, ist nicht vorhanden.

Unter den Repräsentanten des Genus *Cladiscites s. s.* könnte nur *Cl. cinereus* v. Mojsisovics (Cephal. d. Hallst. Kalke, l. c. 1873, p. 75, Taf. XXVIII, Fig. 2, XXXII, Fig. 3) mit unserer Art verglichen werden, doch ist bei demselben nicht nur die Rundung des Querschnittes weniger ausgesprochen, sondern auch die Spiralstreifung gröber.

Dimensionen.

Durchmesser	87 *mm*
Höhe der Schlußwindung über der Naht	46
Höhe der Schlußwindung über dem Externteil der vorhergehenden Windung	25
Dicke der Schlußwindung	50
Nabelweite	0

Loben. Nicht bekannt.

Vorkommen. Zahl der untersuchten Exemplare. Feuerkogel, Subbullatus-Schichten, 1, coll. Heinrich.

Subgen. **Hypocladiscites** Mojs.

Hypocladiscites subcarinatus Gemmellaro.

Textfig. 8.

1904 *Hypocladiscites subcarinatus* Gemmellaro, 1 cefalopodi del Trias sup. della regione occid. della Sicilia, p. 279, Tav. XXII, fig. 8—11, XXV, fig. 27, XXVI, fig. 1, 2 (nicht, wie irrtümlich angegeben, 19, 20).

1908 *Hypocl. subcarinatus* Diener, Palaeontol. Ind. ser. XV, Himalayan Foss. Vol. 1, Pt. 1, Triassic and liassic faunae of the exotic blocks of Malla Johar, p. 13, Pl. IV, fig. 4.

In der Obertrias von Modanesi und Votano (Sizilien) ist diese Spezies nur durch kleine Exemplare vertreten, deren Durchmesser den Betrag von 20 *mm* nicht erreicht. Erheblich größere Dimensionen (bis zu 37 *mm*) weisen die Stücke aus dem exotischen Block Nr. 2 in Malla Johar (Himalaya) auf. Aus der Subbullatus-Linse des Feuerkogels liegen mir mehrere Exemplare vor, von denen das kleinste einen Durchmesser von 17 *mm*, das größte, dessen Schlußwindung zum überwiegenden Teil der Wohnkammer angehören dürfte, einen solchen von 80 *mm* besitzt. Da das große Wohnkammerexemplar von den kleinen und mittelgroßen Individuen nur in solchen Merkmalen abweicht, die in den verschiedenen Wachstumsstadien begründet sind, so trage ich kein Bedenken, sie alle in derselben Spezies zu vereinigen.

Fig. 8.

Querschnitte durch zwei Exemplare des *Hypocladiscites subcarinatus* Gemm. aus den Subbullatus-Schichten des Feuerkogels, coll. Heinrich.

Schon die mittelgroßen Exemplare bekunden den kleinen Originalstücken Gemmellaro's gegenüber die Tendenz, hochmündig zu werden. Diese Tendenz verstärkt sich noch bei dem großen Individuum, dessen Querschnitt in Textfig. 8 zur Abbildung gebracht wird. Dieses Individuum kann demzufolge nicht in Beziehung gebracht werden zu dem ähnlich dimensionierten Fragment, das Gemmellaro als *Hypocladiscites* sp. ind. prox. *H. subcarinato* (l. c. p. 280, Tav. XXII, fig. 12, 13) abgebildet und beschrieben hat, das sich jedoch durch größere Dicke und stärker gewölbte Flanken auszeichnet. Auch tritt der breite, flachgewölbte Mediankiel schon im Jugendstadium in voller Deutlichkeit hervor, persistiert übrigens, wie das in Textfig. 8 abgebildete Exemplar lehrt, auch an erwachsenen Individuen in nur geringer Abschwächung.

Die Spiralskulptur des Externteils besteht aus etwas feineren und dichter gedrängten Linien als auf den Flanken, bedeckt jedoch den ersteren in ganz gleichmäßiger Weise, ohne daß zwischen der Ornamentierung des Mediankiels und der denselben seitlich begleitenden flachen Rinnen ein Unterschied bemerkbar erscheint.

An dem in Textfig. 8 abgebildeten großen Exemplar treten in der ersten Hälfte der Schlußwindung auch zahlreiche Radialfalten in der Marginalregion auf, die den Externteil überschreiten, aber an Stärke nur den gleichwertigen Skulpturelementen bei *Cladiscites tenuiplicatus* Gemmellaro (l. c. p. 277, Tav. XXIX, fig. 41, 42) gleichkommen. An den übrigen mir vorliegenden Individuen und auch in der vorderen Hälfte der Schlußwindung des erwähnten Exemplars fehlen ähnliche zarte Radialfalten vollständig. Als ein Merkmal von spezifischer Bedeutung können sie wohl nicht gelten.

Dimensionen.

	I.	II.
Durchmesser	45 *mm*	80 *mm*
Höhe der Schlußwindung über der Naht	28	50
Höhe der Schlußwindung über der vorhergehenden Windung	13	29
Dicke der Schlußwindung	19	24
Nabelweite	0	0

Loben. Auch in den Details übereinstimmend mit jenen des *Hypocl. subcarinatus*, entsprechend der Illustration Gemmellaro's auf Taf. XXV, Fig. 27. Besonders charakteristisch ist die asymmetrische Entwicklung des Externsattels, der auf der Außenseite nur kurze, auf der Innenseite unverhältnismäßig längere Äste abgibt. Die tiefe Stellung des einspitzigen zweiten Laterallobus teilt unsere Art mit *H. subtornatus* Mojs.

Weder die Eigentümlichkeiten der Suturlinie noch die Ausbildung eines Mediankiels erscheinen mir für die Abtrennung eines besonderen Subgenus ausreichend, die Gemmellaro für seine sizilische Form in ernste Erwägung zieht.

Vorkommen. Zahl der untersuchten Exemplare. Feuerkogel, Subbullatus-Schichten, 4, coll. Heinrich.

Hypocladiscites cf. subaratus v. Mojsisovics.

Textfig. 9 bis 12.

Vergl. 1896 *Cladiscites (Hypocladiscites) subaratus* v. Mojsisovics, Obertriadische Cephalopodenfaunen des Himalaya, Denkschr. Akad. Wissensch. Wien, LXIII, p. 657, Taf. XX, Fig. 2.

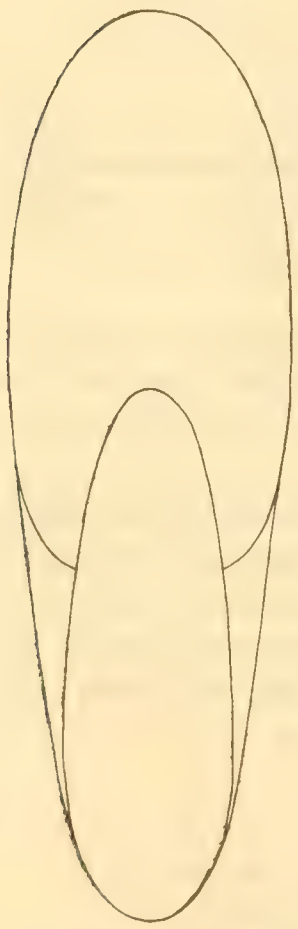
1899 *Cladiscites (Hypocl.) subaratus* v. Mojsisovics, Upper triassic Cephalopod faunae Himalaya, Palaeontol. Ind. ser. XV, Himal. Foss. Vol. III, Pt. 1, p. 102, Pl. XX, Fig. 2.

1908 *Hypocl. subaratus* Diener, ibidem, Vol. I, Pt. 1, Upper triass. and liass. faunae exotic blocks of Malla Johar, p. 14, Pl. IV, Fig. 3.

1911 *Hypocl. cf. subaratus* Wanner, Triascephal. v. Timor u. Rotti, Neues Jahrb. f. Mineral. Beil. Bd. XXXII, p. 191, Taf. VII, Fig. 8.

1914 *Hypocl. subaratus* Welter, Die obertriad. Ammoniten und Nautiliden v. Timor, in Wanner: Palaeontol. v. Timor 1. Liefg., p. 175, Textfig. 49, 50.

Fig. 9.



Hypocladiscites cf. subaratus Mojs. Feuerkogel, nor.-karn. Mischfauna, coll. Heinrich.

Aus der karnisch-norischen Mischfauna des Feuerkogels liegen mir mehrere Stücke von *Hypocladiscites* vor, die sich am besten an den indischen *H. subaratus* Mojs. anschließen lassen, vielleicht sogar bei etwas weiterer Artfassung mit diesem vereinigt werden könnten.

Von *H. subtornatus* v. Mojsisovics (Cephal. d. Hallst. Kalke, Abhandl. Geol. Reichsanst. VI/1, 1873, p. 79, Taf. XXX, Fig. 5, 6, XXXII, Fig. 8) sind alle meine Exemplare durch die Form des Querschnittes unterschieden, indem die Flanken sowohl als die Externseite stärker gewölbt sind und eine deutlich individualisierte Marginalzone vollständig fehlt. In diesem Merkmal stimmen sie mit dem Originalstück des *H. subaratus* aus den oberkarnischen Daonella beds von Lauka überein. Allerdings zeigen Welter's Illustrationen des reichen timoresischen Materials von *H. subaratus* (p. 176) die außerordentliche Variabilität der Querschnittsform bei dieser himamalayischen Spezies. Textfig. 50 z. B. läßt einen Unterschied gegenüber *H. subtornatus* nur noch in der stärkeren Wölbung der Flanken erkennen. Andererseits scheint die Variationsbreite des alpinen *H. subtornatus* in dieser Hinsicht nur eine sehr geringe zu sein. Unter den vielen Exemplaren dieser Spezies, die durch meine Hände gegangen sind, habe ich keines gefunden, das von dem bei E. v. Mojsisovics abgebildeten Typus merklich abweichen würde. Selbst in den Jugendstadien ist der Externteil niemals so hoch gerundet, wie bei den hier zu beschreibenden Stücken, die demgemäß von *H. subtornatus* unbedingt getrennt gehalten werden müssen.

In der Skulptur stimmen unsere Stücke sowohl mit *H. subtornatus* als mit *H. subaratus* überein.

Dimensionen.

	I.	II.
Durchmesser	112 *mm*	208 *mm*
Höhe der Schlußwindung über der Naht	72	128
Höhe der Schlußwindung über dem Externteil der vorhergehenden Windung	47	84
Dicke der Schlußwindung	37	70
Nabelweite	0	0

Wie die Maßverhältnisse des zweiten Exemplars lehren, erreicht unsere Art sehr bedeutende Dimensionen, die jene des *H. subtornatus* noch übertreffen.

Loben. E. v. Mojsisovics hat bei der Abtrennung des *H. subaratus* von *H. subtornatus* das Hauptgewicht auf die Unterschiede im Bau der Suturlinie gelegt. Er äußert sich über diesen Punkt in folgender Weise:

»Das wichtigste Unterscheidungsmerkmal gegenüber *Cladiscites subtornatus* bieten die Loben dar, welche bei übereinstimmender Gesamtanlage einen bedeutend höheren Grad der Zerschlitzung zeigen. Es tritt eine reichlichere Ausgestaltung insbesondere bei den beiden ersten großen Sätteln in auffallender Weise hervor. Der große erste Lateralsattel, dessen innerer oder Hauptzweig sich ungewöhnlich hoch erhebt, zeigt auch in der Anzahl und Verteilung der seitlichen Zweige Abweichungen. Bemerkenswert ist auch noch die Beschaffenheit des zweiten Lateralsattels, welcher, im Gegensatz zu den übrigen Sätteln und zu dem gleichnamigen Sattel des *Cladiscites subtornatus*, nicht dimeroid gestaltet erscheint, was als eine Folge der selbständigen, außerordentlich starken Entwicklung des äußeren oberen Sattelzweiges anzusehen ist.«

Fig. 10.

Hypocladiscites cf. subaratus Mojs. Suturlinie Feuerkogel. Karn.-nor. Mischfauna, coll. Heinrich.

Die Suturlinie unserer alpinen Exemplare schließt sich in mancher Richtung mehr an jene des *H. subtornatus*, in anderer an jene des *H. subaratus* an. Mit der erstgenannten Spezies besteht eine nähere Übereinstimmung in der Zerschlitzung der Suturelemente. Diese ist minder reich als bei

Fig. 11.

Suturlinien von *Hypocladiscites cj. subaratus* Mojs. Feuerkogel. Nor.-karn. Mischf., coll. Heinrich.

Fig. 12.

Abgewitterte Suturlinie eines sehr großen Exemplars von *Hypocladiscites cf. subaratus* Mojs. Feuerkogel. Nor.-karn. Mischf., coll. Heinrich.

H. subaratus. Dagegen stimmen unsere Stücke im Bau des zweiten Lateralsattels durchaus mit *H. subaratus* überein. In der in Textfig. 10 dargestellten Suturlinie überhöht der innere Zweig des großen ersten Lateralsattels den äußeren bei weitem nicht so stark als bei *H. subaratus*. Betrachtet man aber

die in Textfig. 11 illustrierten aufeinanderfolgenden Suturlinien, so sieht man, daß dieselben gerade in diesem Merkmal voneinander nicht unerheblich abweichen, indem die beiden der letzten Sutur vorangehenden Lobenlinien ebenfalls eine ungewöhnlich hohe Erhebung des inneren Hauptzweiges jenes Sattels aufweisen. Es macht sich also wenigstens in einzelnen Suturlinien eine Übereinstimmung im Bau der beiden Lateralsättel mit *H. subaratus* geltend.

Eine Vereinigung unserer Stücke mit *Hypocl. subtornatus* erscheint mit Rücksicht auf die abweichende Gestalt des Querschnittes und die Ausbildung der beiden Lateralsättel in der Suturlinie nicht statthaft. In allen diesen Merkmalen besteht eine Übereinstimmung mit *H. subaratus*. Gegen eine direkte Vereinigung mit dieser indischen Art spricht nur die minder reichliche Zerschlitzung der Lobenlinie. Ich halte diesen Unterschied keinesfalls für ausreichend, um die Aufstellung einer neuen, zwischen *H. subtornatus* und *H. subaratus* einzuschiebenden Spezies zu begründen, sondern ziehe es vor, unsere Stücke an die letztere Art anzuschließen und meine Bedenken gegen eine direkte Identifizierung durch die Hinzufügung eines *cf.* zum Ausdruck zu bringen.

Vorkommen. Zahl der untersuchten Exemplare. Feuerkogel, karnisch-norische Mischfauna, 3, coll. Heinrich (eines derselben in der Sammlung der Geologischen Reichsanstalt in Wien).

Fam. **Lobitidae** Mojs.

Gen. **Lobites** v. Mojsisovics.

Lobites (?) cf. aberrans v. Mojsisovics.

1882 *Lobites* (?) *aberrans* v. Mojsisovics, Cephalopoden d. Mediterranen Triasprov., Abhandl. Geol. Reichsanst. X, p. 178, Taf. LXXXII, Fig. 12.

1907 *L.* (?) *aberrans* Frech, Die Hallstätter Kalke bei Epidauros etc., Neues Jahrb. f. Mineral. etc., Festbd., p. 11, Taf. II, Fig. 2.

1910 *Sphingites aberrans* Renz. Die triadischen Faunen der Argolis, Palaeontograph, LVIII, p. 69, 84, Taf. VI, Fig. 7.

Die systematische Stellung dieser Art liegt vollständig im Dunkel. Die bisher bekannten Vertreter derselben, das von E. v. Mojsisovics beschriebene Originalstück aus den Wengener Schichten von Wengen und zwei weitere Stücke aus den gleichalterigen Ablagerungen von Corvara, so wie das von Renz in den julischen Hallstätter Kalken des Asklepieions bei Epidauros gesammelte Exemplar sind sämtlich mit der langen Wohnkammer versehen und gestatten keine Präparation der Suturlinie, die allein über die generische Zugehörigkeit der Stücke Aufschluß geben könnte.

E. v. Mojsisovics hat die Art mit einiger Reserve zu *Lobites* gestellt, Renz glaubt, daß sie eher zu *Sphingites* Mojs. gehören oder zusammen mit *Arcestes evolutus* Mojs. eine besondere Gruppe des letzteren Genus bilden könnte. In der Sammlung Dr. Heinrichs ist die Spezies ebenfalls durch ein Exemplar vertreten, das in seiner Größe und in allen äußeren Merkmalen mit dem von E. v. Mojsisovics abgebildeten Original gut übereinstimmt. Da es mit der ganzen Wohnkammer erhalten ist, so hätte ein Versuch die Loben freizulegen, die Zerstörung des einzigen, bisher aus den Hallstätter Kalken bekannt gewordenen Stückes bedingt, für die ich ein Risiko nicht übernehmen zu dürfen glaubte. Zu einer Aufklärung der systematischen Stellung des *Lobites* (?) *aberrans* vermag ich daher leider nichts beizutragen.

Vorkommen. Zahl der untersuchten Exemplare. — Julische Hallstätter Kalke des Feuerkogels, 1, coll. Heinrich.

Subgen. **Coroceras** Hyatt.

Coroceras sp. ind. aff. subnasuto Mojs.

Textfig. 13.

Eine bemerkenswerte Form, die dem *Coroceras subnasutum* v. Mojsisovics (Cephal. d. Hallst. Kalke, Abhandl. Geol. Reichsanst. VI/1, 1873, p. 171, Taf. LXX, Fig. 15) sehr nahesteht, liegt nur in

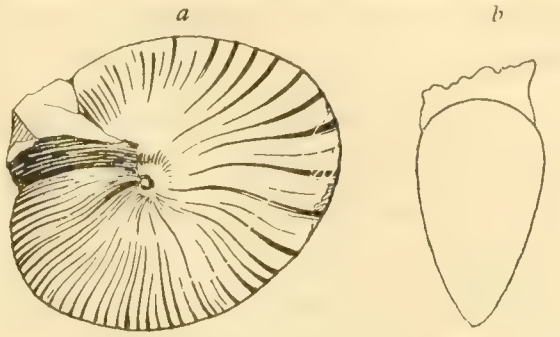
einem einzigen, leider nicht ganz vollständigen Exemplar vor. Nur das Anfangsstück der Kapuze ist auf der Schlußwindung erhalten.

Da trotzdem noch keine Andeutung der Kapuze des vorhergehenden Umganges sichtbar ist, so erscheint die Zugehörigkeit unseres Stückes zur Gruppe des *Coroceras Naso* erwiesen.

Unsere Form unterscheidet sich von *C. subnasutum* durch ihre bedeutendere Dicke, während sie in der Beschaffenheit des Externteils und dem Wechsel in der Wölbung der Flanken mit dieser Art, nicht mit *C. nasutum* Mojs. oder *C. Naso* Mojs. übereinstimmt.

Externteil und Seitenteile sind am Beginn der Schlußwindung stärker und regelmäßiger gewölbt als im mittleren Abschnitt der letzteren. In diesem läuft der Externteil stumpfschneidig zu und die Seitenteile flachen sich erheblich ab, während unmittelbar vor dem Ansatz zu der breit ausladenden Kapuze der Konvexteil sich abermals auffallend verbreitert und eine flachere Wölbung als am Beginn der Schlußwindung annimmt. Die die Kapuze abschnürende Kontraktion ist von geringerer Tiefe als bei *C. subnasutum*.

Fig. 13.



Coroceras sp. ind. aff. subnasuto Mojs., Leisling, Aonoides-Zone, coll. Heinrich. *a)* Seitenansicht, *b)* Rückansicht.

In seiner Skulptur stimmt das vorliegende Individuum mit dem von E. v. Mojsisovics in Fig. 21 auf Taf. LXX abgebildeten Exemplar des *C. Naso* überein. Die Rippen sind von wechselnder Stärke und Schärfe. Der die Kapuze abschnürenden Kontraktion stehen zwei breite, glatte, von besonders hohen und scharfen Rippen begrenzte Felder gegenüber.

Dimensionen.

Durchmesser	41·5 *mm*
Höhe der Schlußwindung (mit Ausschluß der Kapuze)	ca. 20
Dicke der Schlußwindung	20
Nabelöffnung	0·5

Vorkommen. Zahl der untersuchten Exemplare. Leisling, Aonoides-Zone, 1., coll. Heinrich.

Fam. Phylloceratidae Zittel.

Gen. **Phylloceras** Suess.

Subgen. **Rhacophyllites** Zittel.

Obwohl die Gattung oder Untergattung *Rhacophyllites* Zittel zu den häufigsten Elementen mediterraner Cephalopodenfaunen des Lias gehört, bestehen über den Umfang derselben auch heute noch erhebliche Meinungsverschiedenheiten. Diese Meinungsverschiedenheiten erstrecken sich begreiflicherweise auch auf die Zugehörigkeit triadischer Spezies, die man nach dem Vorgang von E. v. Mojsisovics zumeist an *Rhacophyllites* anzuschließen pflegt.

In meiner Arbeit über die triadischen und liasischen Faunen der exotischen Blöcke von Malla Johar (Palaeontol. Indica, ser. XV.„ Himal. Foss. Vol. 1., Pt. 1, 1908, p. 20) habe ich auf den Widerspruch aufmerksam gemacht, der mir zwischen der für die liasischen Repräsentanten von *Rhacophyllites* geltenden Diagnose und einer Ausdehnung des Genus beziehungsweise Subgenus auf triadische Formen der Gruppe des *Ammonites neojurensis* Quenst. und seiner Verwandten zu bestehen schien. Ich schlug damals vor, die triadischen Rhacophylliten in einem besonderen Subgenus zusammenzufassen, dem der von Hyatt (Cephalopoda, in Zittel-Eastman: Textbook of Palaeontology. London, 1900, Vol. II., p. 566) für die Gruppe des *Lytoceras patens* Mojs. vorgeschlagene Name

Discophyllites verbleiben könnte. Durch Gründe, die im nachfolgenden zu erörtern sein werden, habe ich mich jedoch veranlaßt gesehen, später von dieser Meinung wieder abzugehen. Ich habe daher in meinem Katalog der Triascephalopoden (Fossilium Catalogus, I. Animalia, Pars 8, W. Junk, Berlin, 1915, p. 219) die Einschließung der Gruppe des *Ammonites neojurensis* in dem Subgenus *Rhacophyllites* befürwortet, das auf diese Weise in dem ursprünglichen Umfange der Diagnose K. v. Zittel's wieder hergestellt erscheint.

Die Wandlungen, die die Definition des Subgenus *Rhacophyllites* erfahren hat und die damit zusammenhängenden Umgruppierungen der triadischen Rhacophylliten mögen hier kurz erörtert werden.

Die Gattung *Rhacophyllites* wurde im Jahre 1885 von K. v. Zittel (Handbuch der Palaeontologie, I. Palaeozoologie, 2. Bd., p. 439) für solche Phylloceraten aufgestellt, sie sich von den typischen Vertretern des Genus *Phylloceras* Suess durch den weiten Nabel, eine steil gegen denselben einfallende Nabelwand und eine geringere Zahl von Sätteln in der Lobenlinie unterscheiden. In dieser ursprünglichen Fassung vereinigt *Rhacophyllites* nicht nur die triadischen Phylloceren, wie *Phylloceras neojurense* Quenstedt, *Ph. debile* v. Hauer, *Ph. occultum* Mojs. mit jenen liasischen Formen, die auch heute noch bei dieser Gattung verbleiben (*Ph. stella* Sow., *Ph. Nardii* Megh., *Ph. planispira* Reynès), sondern auch mehrere, die gegenwärtig als Typen besonderer Untergattungen gelten, wie *Ph. (Sowerbyceras) tortisulcatum* D'Orb., oder *Ph. (Meneghiniceras) eximium* Hau.

Schon vor K. v. Zittel hatte im Jahre 1882 E. v. Mojsisovics (Die Cephalopoden der mediterranen Triasprovinz, Abhandl. Geol. Reichsanst. X, p. 151) auf die Notwendigkeit aufmerksam gemacht, eine Anzahl von Arten, die bisher zu *Phylloceras* Suess gestellt worden waren, wie *Ammonites eximius* Hau., *A. Mimatensis* D'Orb, *A. rakosensis* Herb., *A. transsylvanicus* Herb., auf Grund ihrer abändernden Wohnkammer von diesem Genus abzutrennen. In Übereinstimmung mit E. v. Mojsisovics hat G. Geyer in seiner Abhandlung über die liasischen Cephalopoden des Hierlatz (Abhandl. Geol. Reichsanst. XII. 1886, p. 223) das Hauptgewicht für die Trennung von *Rhacophyllites* und *Phylloceras* nicht so sehr auf die Weite des Nabels als vielmehr auf die von den inneren Kernen abweichende Gestalt der Wohnkammer, ferner auf die nach Art eines Suspensivlobus herabhängenden Hilfsloben gelegt. Er weist endlich auch auf Unterschiede in der Sattelbildung hin, indem die Endblätter bei *Phylloceras* eiförmig gerundet, bei *Rhacophyllites* hingegen kegelförmig zugespitzt erscheinen. »Man wird ferner« — meint er — »bei dem Vergleich der Loben eines typischen *Phylloceras* mit jenen von *Rhacophyllites* beobachten können, daß bei dem ersteren die seitlichen, die Blätter einschließenden Einschnitte tiefer und alternierend erfolgen, während bei den Angehörigen des Formenkreises, der das Genus *Rhacophyllites* Zitt. repräsentiert, die Einschnitte mit ihren Spitzen einander häufig gerade gegenüberstehen, wodurch die winkelige Knickung der Sattelstämme unterbleibt«.

Legt man Geyer's Diagnose der Gattung oder Untergattung *Rhacophyllites* zugrunde, so muß die weitaus überwiegende Mehrzahl triadischer Phylloceren aus derselben ausgeschlossen bleiben.

In Geyer's Abhandlung über die liasische Cephalopodenfauna des Hinterschafberges (Abhandl. Geol. Reichsanst. XV., 1893, p. 74) wird die Gestalt der Sattelblätter als ein Trennungsmerkmal der weitgenabelten Arten von *Phylloceras* und *Rhacophyllites* nicht mehr aufrechterhalten, wohl aber die Bedeutung der abändernden Wohnkammer und des hängenden Nahtlobus[1]) neuerdings betont.

---

[1] Einen Suspensivlobus kann man diesen Lobus nicht nennen. Das Wesen eines Suspensivlobus besteht, wie das aus der ursprünglichen Definition dieses Terminus durch E. v. Mojsisovics (Cephalopoden d. Mediterr. Triasprovinz, l. c. p. 231) hervorgeht, nicht so sehr in der Anlage der Auxiliarelemente, die auffallend nach hinten gezogen zur Naht herabhängen, als vielmehr in deren Verschmelzung mit dem zweiten Lateralsattel. Vgl. meine Abhandlung: »Einiges über Terminologie und Entwicklung der Lobenelemente in der Ammonitensutur« (Centralblatt f. Miner. etc. 1916, p. 580). Von einer solchen Verschmelzung der Auxiliarserie mit dem zweiten Lateralsattel ist bei *Rhacophyllites* nichts zu beobachten.

Fast gleichzeitig konnte jedoch J. F. Pompecky (Beiträge zu einer Revision der Ammoniten des schwäbischen Jura I, 1893, p. 8) zeigen, daß nicht nur die Form der Sattelblätter bei *Rhacophyllites* von jener der echten Phylloceren keineswegs wesentlich abweicht, sondern daß auch die angeblichen Änderungen der Wohnkammer bei manchen Arten von *Rhacophyllites* schon auf den der Wohnkammer vorhergehenden Windungsteilen beginnen, daß daher gerade solche Formen wie *Rh. Mimatensis* D'Orb. oder *Rh. stella* Sow., die als typische Repräsentanten von *Rhacophyllites* gelten, strenge genommen gar keine abändernde Wohnkammer besitzen.

Auch ein so vortrefflicher Kenner unterliasischer Cephalopodenfaunen wie F. Waehner schätzt den Wert der Unterscheidungsmerkmale von *Phylloceras* und *Rhacophyllites* sehr niedrig ein. Im achten Teil seiner »Beiträge zur Kenntnis der tieferen Zonen des Unteren Lias in den nordöstlichen Alpen« (Beiträge zur Palaeontol. Österreich-Ungarns etc. XI, 1898, p. 173) teilt er mit, »daß die weitgenabelten Formen von der Gestalt des *Phylloceras stella* Sow., die sich an die Phylloceraten der alpinen Trias anschließen, schon im tiefsten Liashorizont der Alpen mit enggenabelten Formen zusammen vorkommen, die einerseits auch in der äußeren Gestalt den typischen Phylloceraten gleichen, andererseits mit jenen so innig verbunden sind, daß eine generische Trennung nicht durchführbar erscheint«.

E. v. Mojsisovics selbst, der schon 1882 vor K. v. Zittel die Abtrennung gewisser Phylloceren des Lias von *Phylloceras s. s.* befürwortet hatte, hat seine Meinung über die Stellung der triadischen Phylloceren in der Zeit von 1896 bis 1902 vollständig geändert. In seiner Abhandlung »Beiträge zur Kenntnis der obertriadischen Cephalopodenfaunen des Himalaya« (Denkschr. Akad. Wissensch. Wien, math.-nat. Kl. LXIII, 1896, p. 667) weist er die triadischen Spezies, die sich um *Ammonites neojurensis* Quenst. gruppieren, der Gattung *Phylloceras s. s.*, nicht dem Genus *Rhacophyllites* zu.

»Ich halte die triadischen Formen« — sagt er — »welche sich um *Phylloceras neojurensis* gruppieren, für die direkten Vorfahren der jurassischen Phylloceraten, während v. Zittel und Steinmann diese triadischen Formen zur Gattung *Rhacophyllites* zählen ... *Phylloceras neojurense* und dessen Zeitgenossen aus der gleichen Gruppe unterscheiden sich von den typischen Vertretern der Gattung *Phylloceras* Suess, wie z. B. *Ph. heterophyllum*, bloß durch den weiteren Nabel und durch die mit der geringeren Involubilität im Zusammenhang stehende geringere Zahl der Hilfsloben. Die Loben von *Ph. neojurense* sind bereits die typischen *Phylloceras*-Loben und läßt sich als eine Eigentümlichkeit der triadischen Formen bloß anführen, daß nur die drei Hauptsättel jeder Schalenhälfte die diphyllische oder triphyllische Sattelendung zeigen, während die folgenden Sättel stets noch monophyllisch sind. Aus diesen evoluten Phylloceraten entwickeln sich einerseits die stark involuten typischen Phylloceraten des Jura, andererseits die Untergattung *Rhacophyllites* Zittel, welche durch gesenkte Hilfsloben und eine abändernde Wohnkammer ausgezeichnet und auf den Lias beschränkt ist.«

Stellt man mit E. v. Mojsisovics das — freilich von Pompecky als unzutreffend bezeichnete — Merkmal der abändernden Wohnkammer in den Vordergrund, so dürfte man gleichwohl nicht sämtliche Phylloceren der Obertrias aus dem Subgenus *Rhacophyllites* ausschließen. Zum mindesten müßte *Rh. occultus* v. Mojsisovics (Cephalopoden d. Hallst. Kalke, Abhandl. Geol. Reichsanst. VI/1, 1873, p. 38, Taf. XVI, Fig. 3—6) in demselben belassen werden, da sich die breiten Querfalten erst auf der Wohnkammer erwachsener Exemplare einstellen.

Im Supplement zum ersten Teil seiner Monographie der Cephalopoden der Hallstätter Kalke (1902, p. 317) hat E. v. Mojsisovics die Trennung der triadischen Phylloceren von *Rhacophyllites* vollständig aufgegeben und die letztere Untergattung in der ursprünglichen Fassung v. Zittels wiederhergestellt. Als für diese Untergattung charakteristisch bezeichnet er einerseits den kurzen Externlobus mit dem zumeist schräge gestellten Externsattel, andererseits die Beschränkung der zwei- oder dreiblättrigen Sattelspaltung auf die drei Hauptsättel, während sämtliche Hilfssättel monophyllisch ausgebildet sind.

Es mag sogleich bemerkt werden, daß keines dieser beiden Merkmale eine sichere Unterscheidung zwischen *Phylloceras* und *Rhacophyllites* gestattet. Auch bei den echten, enggenabelten Phylloceren trennt ein häufig nur sehr kurzer Externlobus den Medianhöcker von einem schräge gestellten Externsattel (vergl. *Phylloceras Partschi* Stur), während es andererseits liasische Rhacophylliten gibt, bei denen einer oder gar mehrere Auxiliarsättel bereits diphyllisch entwickelt sind (*Rhacophyllites stella* Sow., *Rh. lunensis* De Stef.).

Wieder anders hat Fucini (Cefalopodi liasici del Monte di Cetona, Pal. Ital. VII., 1901, p. 48) die für eine Trennung von *Phylloceras* und *Rhacophyllites* maßgebenden Merkmale formuliert. Das eine Merkmal, die ohrförmige Ausbuchtung des Peristoms in der unteren Hälfte der Flanken bei *Rhacophyllites,* ist wohl nur ganz ausnahmsweise der Beobachtung zugänglich. Das zweite stützt sich auf Eigentümlichkeiten der Suturlinie. Der Siphonallobus soll bei *Rhacophyllites* zweispitzig enden, die Zerteilung der Sättel einfacher sein als bei *Phylloceras,* auch sollen die stets minder zahlreichen akzessorischen Elemente an den Sätteln eine mehr schiefe Stellung besitzen.

Die Angabe, daß der Externlobus bei *Rhacophyllites* zweizpitzig sei, ist ganz unklar, da man nicht weiß, ob Fucini unter dem Externlobus den ganzen durch den Medianhöcker geteilten Lobus auf der Externseite oder nur je eine Hälfte desselben versteht. Mir ist ein Unterschied im Bau des Externlobus zwischen liasischen Phylloceren und Rhacophylliten überhaupt nicht aufgefallen. Sowohl bei *Phylloceras* als bei *Rhacophyllites* endet vielmehr das zwischen dem Medianhöcker und Externsattel eingesenkte Lobenstück bald zweispitzig (vergl. *Phylloceras Partschi* Stur, *Ph. Meneghinii* Gemm., *Ph. Nilsoni* Heb., *Rhacophyllites libertus* Gemm.), bald einspitzig (*Phylloceras Capitanei* Cat., *Ph. Persannense* Herb., *Ph. dubium* Fuc., *Ph. Nardii* Mgh., *Rhacopyllites Quadrii* Mgh.). Auch die einfachere Zerschlitzung der Sättel und die angebliche Schrägstellung der akzessorischen Elemente innerhalb der letzteren bei *Rhacophyllites* sind ebensowenig durchgehends zu beobachtende Merkmale als die von Geyer für das genannte Genus als charakteristisch bezeichnete kegelförmige Zuspitzung der Sattelblätter.

Es ist infolgedessen A. Rosenberg (Die liasische Cephalopodenfauna der Kratzalpe im Hagengebirge, Beiträge zur Palaeont. u. Geol. Österr. Ungarns etc., XXII., 1909, p. 221) wieder zu der alten Auffassung K. v. Zittel's zurückgekehrt, indem er als einziges Unterscheidungsmerkmal von *Rhacophyllites* und *Phylloceras* die offene Nabelung gelten ließ, mit der die Zahl und Anordnung der Auxiliarloben im engsten Zusammenhang steht.

In meiner Abhandlung über die Fauna der exotischen Blöcke von Malla Johar habe ich im Jahre 1908 die Schicksale auseinandergesetzt, die die triadische Gruppe des *Ammonites neojurensis* von Seite der Systematiker erfahren hat, indem sie in ihrer Stellung zwischen *Phylloceras* und *Rhacophyllites* hin und her schwankte. Die weitgehende Zerspaltung und Unterteilung des Genus *Phylloceras* schien mir zugunsten einer engeren Fassung des Subgenus *Rhacophyllites* im Sinne von Geyer (1886 und 1893) und E. v. Mojsisovics (1896) zu sprechen. Den Einwendungen Pompecky's könnte durch eine Änderung der Diagnose Rechnung getragen werden, indem man in dem Subgenus *Rhacophyllites* jene weitnabeligen Phylloceren zusammenfaßt, die im Alter eine Skulptur erwerben, die daher in vorgeschrittenen Wachstumsstadien auch schon auf gekammerten Windungsstücken angetroffen werden kann. Dann müßte allerdings das liasische *Phylloceras stella* Sow. aus der Untergattung *Rhacophyllites* ausgeschieden werden, während der triadische *Rhacophyllites occultus* in dem letzteren zu verbleiben hätte. Für die Gruppe des *Ammonites neojurensis* Quenst., somit für die weitaus überwiegende Mehrzahl weitgenabelter Phylloceren der alpinen Obertrias, wäre in dem Subgenus *Rhacophyllites* in dieser engeren Fassung kein Platz. Für diese würde sich der Name *Discophyllites* Hyatt empfehlen, als dessen Typus Hyatt *Phylloceras pateus* genannt hat, einen Ammoniten, der außerhalb des Genus *Lytoceras* steht, vielmehr die Gruppe des *Ammonites neojurensis* mit *Monophyllites* Mojs. verbindet.

Leider steht meinem Vorschlage, wie ich mich später überzeugen mußte, ein ernstes Bedenken entgegen. A. Hyatt hat allerdings keine Diagnose seines neuen Subgenus *Discophyllites* gegeben, sondern sich mit der Nennung des *Ammonites patens* Mojs. als Typus begnügt. Dagegen hat E. v. Mojsisovics (1902, p. 318) den Namen ausdrücklich auf den Übergangstypus zwischen *Monophyllites (Mojsvarites)* und *Rhacophyllites* (im weiteren Sinne) beschränkt. Es würde demzufolge eine Ausdehnung dieses Namens auf alle triadischen Phylloceren mit weitem Nabel und abändernder Wohnkammer aus der Gruppe des *Ammonites neojurensis* den Prioritätsregeln widersprechen.

So bleibt nichts übrig, als *Ammonites neojurensis* und seine triadischen Verwandten nochmals umzugruppieren und der Untergattung *Rhacophyllites* im Sinne von K. v. Zittel und E. v. Mojsisovics (1902) zuzuweisen. Als einziges Unterscheidungsmerkmal gegenüber *Phylloceras* bleibt dann freilich nur der weite Nabel übrig. Wollte man *Rhacophyllites* auf jene weitgenabelten Phylloceren beschränken, die im Alter eine während des Jugendstadiums fehlende Skulptur erwerben, so müßte für die triadischen Rhacophylliten — mit Ausnahme des *Rh. occultus* Mojs. — ein neues Subgenus errichtet werden, dem auch *Phylloceras stella* Sow. als liasischer Vertreter angehören würde.

Ein solcher Vorgang wäre um so eher begründet, als für zwei Gruppen von Rhacophylliten bereits besondere Untergattungen errichtet worden sind, für die gekielte Gruppe des *Rh. lariensis* Mgh. und *Rh. eximius* Hau. das Subgenus *Meneghiniceras* Hyatt, für die Gruppe des *Rh. Uermösensis-aulonotus* Herb. und *Rh. planispira* Reynès das Subgenus *Schistophylloceras* Hyatt Gleichwohl halte ich es für zweckmäßiger, von der Einführung eines neuen Namens abzusehen und belasse die triadischen Phylloceren mit weitem Nabel bei *Rhacophyllites* im Sinne von K. v. Zittel und E. v. Mojsisovics (1902).

Rhacophyllites neojurensis Quenst.

Textfig. 14

1845 *Ammonites neojurensis* Quenstedt, in Leonhard u. Bronns Jahrb. f. Mineral. etc., p. 682.
1846 *A. neojurensis* F. v. Hauer, Cephalopoden des Salzkammergutes, p. 8, Taf. III, Fig. 2—4.
1849 *A. neojurensis* Quenstedt, Cephalopoden, p. 285, Taf. XIX, Fig. 8.
1873 *Phylloceras neojurense* v. Mojsisovics, Cephalopoden d. Hallstätter Kalke, Abhandl. Geol. Reichsanst. VI/I, p. 37.
1902 *Rhacophyllites neojurensis* v. Mojsisovics, ibidem. Supplement, p. 319, Taf. XVII, Fig. 1, XXIII, Fig. 2, 3
1914 *Discophyllites neojurensis* Welter, Obertriadische Ammoniten und Nautiliden von Timor, im Wanner: Palaeontol. v. Timor, 1. Liefg., p. 199, Taf. XXX, Fig. 5—7, Textfig. 70—73.

Zwei Rhacophylliten aus der karnisch-norischen Mischfauna des Feuerkogels können unbedenklich mit dieser Art in der weiteren Fassung Welter's vereinigt werden. Allerdings bedarf in diesem Falle die Diagnose von E. v. Mojsisovics in einigen Punkten der Berichtigung.

Die Dimensionen der beiden Exemplare sind folgende.

	I.	II.
Durchmesser	54 *mm*	177 *mm*
Höhe der Schlußwindung	24·5	78
Dicke der Schlußwindung	19	58
Nabelweite	14	50

Das kleine Exemplar stimmt in den Maßverhältnissen mit dem von E. v. Mojsisovics (l. c. p. 38) sub. I. angeführten Originalstück gut überein. Das zweite entspricht jedoch keineswegs genau der Charakteristik, die derselbe Forscher im Supplement (p. 31, 319) von den Querschnittsverhältnissen des *Rhacophyllites neojurensis* gegeben hat. Er spricht dort von Umgängen, die fast ebenso dick wie hoch sind und infolgedessen stark gewölbte Flanken besitzen. Im Widerspruch mit dieser Angabe stehen allerdings schon die Querschnitte des von ihm selbst gemessenen Originalexemplars, das bei einem Durchmesser von 74 *mm* eine Windungshöhe von 35 und eine Dicke von nur 29 *mm* aufweist. F. v. Hauer's Original besitzt eine Schlußwindung von 60 *mm* Höhe bei einer Dicke von 48 *mm*. Selbst an dem ungewöhnlich dicken Exemplar, das E. v. Mojsisovics im

Supplementband abbildet, übertrifft die Höhe der Schlußwindung deren Dicke noch immer um 5 *mm*, entsprechend einem Schalendurchmesser von 120 *mm*. Den gleichen Unterschied zwischen beiden Dimensionen des Querschnittes weist das von Welter illustrierte timoresische Exemplar schon bei einem Durchmesser von 72 *mm* auf. Ich kenne jedoch typische Stücke des *Rh. neojurensis*, die in dieser Hinsicht sich viel erheblicher von jenem Stück, das E. v. Mojsisovics zur Abbildung ausgewählt hat und das einen extremen Typus in bezug auf die Wölbung der Flanken repräsentiert, in der Richtung zu *Rh. debilis* v. Hauer entfernen. Die Variabilität ist namentlich bei den großen, zumeist hochmündigen Exemplaren eine ebenso beträchtliche wie bei den Arten der äußerlich so ähnlichen Gattung *Gymnites* Mojs. Die Unterschiede verwischen sich gerade so wie jene zwischen typischen Vertretern des *Gymnites incultus* Beyr. und des *G. Palmai* Mojs.

Fig. 14.

Rhacophyllites neojurensis Quenst. Karnisch-norische Mischfauna, Feuerkogel, coll. Heinrich.

Keinesfalls läßt sich eine nahezu übereinstimmende Höhe und Dicke des Querschnittes als ein bezeichnendes Merkmal der Art Quenstedts aufrecht erhalten. Nur an extremen Formen gelangt passelbe ausnahmsweise zur Beobachtung. Die Mehrzahl erweist sich als mehr oder weniger hochmündig, so daß auch das zweite der beiden mir vorliegenden Exemplare noch innerhalb der Variationsbreite unserer Spezies verbleibt.

Ein zweiter Punkt, in dem die von E. v. Mojsisovics gegebene Diagnose der Art eine Abänderung erfahren muß, betrifft die Suturlinie. Er betont in seiner Beschreibung aus dem Jahre 1873 (p. 37) den konstant bleibenden Charakter der Loben, gibt indessen (1902, p. 320) das Vorkommen individueller Abweichungen in den Details zu. Derartige Abweichungen betreffen jedoch nicht nur Details, sondern auch Merkmale von wesentlicher Bedeutung, z. B. die angeblich auffallend symmetrische Gestalt des ersten Lateralsattels.

In der Suturlinie des von F. v. Hauer illustrierten Exemplars stehen allerdings die Äste mit den Endblättern einander zu beiden Seiten des Hauptstammes fast genau symmetrisch gegenüber. Aber schon bei dem von E. v. Mojsisovics abgebildeten Exemplar ist das nicht mehr der Fall. An diesem entspringen — von dem diphyllisch geteilten Sattelkopf abgesehen — die mittleren Äste an der rechten Seite des Hauptstammes stets höher als jene an der linken, d. h. ihre Stellung zum Hauptstamm ist kaum weniger unsymmetrisch als bei *Rh. Zitteli* Mojs. oder *Rh. pumilus* Mojs. Viel größer noch ist die Variabilität in dieser Richtung bei der von Welter beschriebenen Form aus der Obertrias von Timor. An den 171 von diesem Forscher untersuchten Exemplaren ließen sich drei Lobentypen feststellen, während die Gehäuse sonst in keinem Merkmal voneinander abweichen. Jedenfalls halten sich unsere alpinen Stücke noch durchaus innerhalb der Variationsgrenzen der Spezies.

Trotz der Mannigfaltigkeit in den Details der Lobierung bleiben noch immer eine Reihe von Merkmalen übrig, die allen Suturlinien des *Rh. neojurensis* gemeinsam sind und charakteristische Unterschiede gegenüber dem verwandten *Rh. debilis* Hau. zur Geltung bringen. Hierher gehört vor allem die Gestalt des Medianhöckers, der stets schlank und schmal, bei *Rh. debilis* hingegen pyramidenförmig und an der Basis auffallend verbreitert ist, ferner die bedeutende Tiefe des ersten Lateralloblus, der jene des zweiten nicht gleichkommt. Die Auxiliarsättel sind monophyllisch. Mindestens zwei stehen außerhalb der Naht. Die Hilfsloben zeigen eine normale Anordnung und hängen nicht gegen die Naht herab.

Vorkommen. Zahl der untersuchten Exemplare. Feuerkogel, karnisch-norische Mischfauna, 2, coll. Heinrich.

Rhacophyllites nov. sp. ind.

Taf. IV, Fig. 7.

Unter sämtlichen *Rhacophyllites*-Arten der Obertrias ist diese am engsten genabelt. Sie vermittelt in dieser Richtung und im Bau ihrer Suturlinie einen Übergang zu *Phylloceras s. s.* Leider ist die Erhaltung des einzigen vorliegenden Stückes nicht ausreichend, um die Einführung eines besonderen Speziesnamens zu rechtfertigen.

Die Windungsverhältnisse sind aus den nachfolgenden Maßzahlen ersichtlich.

Durchmesser	27	*mm*
Höhe der Schlußwindung	12·5	
Dicke der Schlußwindung	9	
Nabelweite	6	

Im Verhältnis zu seiner geringen Größe ist unser Stück auffallend hochmündig. Spuren einer Schalenskulptur sind nicht zu beobachten.

Die Suturlinie erinnert mehr an *Phylloceras* als an *Rhacophyllites*. Allerdings konnten deren Details nur an einzelnen Elementen festgestellt werden. An den Sattelstämmen sitzen ohne Vermittlung schmaler Seitenäste wie bei *Rh. debilis* Hau. oder *Rh. neojurensis* Quenst. unmittelbar die breiten gerundeten Endblätter. Alle Hauptsättel, aber auch noch der erste Auxiliarsattel sind diphyllisch. In der Anordnung der Suturelemente ist eine gewisse Ähnlichkeit mit *Rh. pumilus* v. Mojsisovics (l. c. 1873, p. 40, Taf. XVI, Fig. 12) unverkennbar, doch sind die Sättel massiger gestaltet.

Vorkommen. Zahl der untersuchten Exemplare. Sommeraukogel, norische Stufe, 1, coll. Heinrich.

Subgen. **Discophyllites** Hyatt.

A. Hyatt (Cephalopoda, in Zittel-Eastman, Textbook of Palaeontology, 1900, p. 566) hat *Lytoceras* patens Mojs. als Typus dieser neuen Untergattung genannt, deren Diagnose zu geben er unterließ. E. v. Mojsisovics (Cephalopoden d. Hallst. Kalke, Abhandl. Geol. Reichsanst. VI/1, Supplement, 1902, p. 318) beschränkt den Namen auf die Gruppe des *Ammonites patens,* das heißt auf Formen, »die durch den Lobenbau gewissermaßen ein Bindeglied zwischen *Mojsvarites* und den evoluten Phylloceraten der Trias bilden, indem der Außensattel ähnlich wie bei *Monophyllites (Mojsvarites) Agenor* Mojs. monophyllisch, erster und zweiter Lateralsattel dagegen diphyllisch gestaltet sind«.

Eine so enge Fassung des Subgenus *Discophyllites* erscheint auch aus dem Grund berechtigt, weil Hyatt selbst die Absicht gehabt zu haben scheint, die Hauptmasse der triadischen Phylloceren mit weitem Nabel bei *Rhacophyllites* Zitt. zu belassen. Wenigstens könnte eine solche Absicht aus der Bezeichnung der Textfigur 1170 als *Rhacophyllites neojurensis* entnommen werden. Hält man an dieser engen Fassung des Subgenus *Discophyllites* fest, so reduziert sich die Zahl der in dasselbe einzubeziehenden Arten auf drei. Unter diesen befinden sich zwei mediterrane Typen, *D. patens* Mojs. und *D. insignis* Gemm. und ein himamalayischer *D. Ebneri* Mojs., die einander sämtlich überaus nahestehen.

Discophyllites patens v. Mojsisovics.

Textfig. 15, 16.

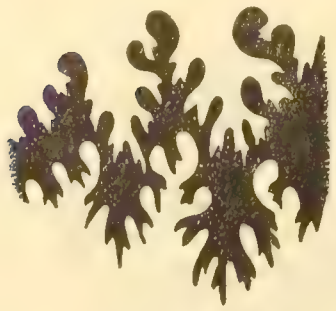
1873 *Lytoceras patens* v. Mojsisovics, Cephalopoden d. Hallst. Kalke, Abhandl. Geol. Reichsanst. VI/1, p. 34, Taf. XVI, Fig. 13, XIX, Fig. 17.

1902 *Discophyllites patens* v. Mojsisovics, ibidem, Supplement, p. 321.

In der karnisch-norischen Mischfauna des Feuerkogels hat sich eine Art der Untergattung *Discophyllites* in ziemlicher Häufigkeit gefunden, die mit dem unternorischen *Discophyllites patens* Mojs. vereinigt werden kann. Allerdings zeigt die Mehrzahl der Exemplare viel bedeutendere Dimensionen als das Originalexemplar aus dem roten Marmor des Sommeraukogels. Das größte mir vorliegende Stück weist einen Durchmesser von 255 *mm* auf.

Die inneren Windungen der großen Exemplare stimmen in den Evolutions- und Querschnittsverhältnissen mit dem Typus des *D. patens* vollständig überein. Der Querschnitt ist fast genau elliptisch. Die größte Breite fällt mit der kleinen Achse der Ellipse zusammen. Doch verschiebt sich mit zunehmendem Alter diese größte Breite immer mehr in der Richtung gegen den wohlgerundeten Nabelrand, ohne jedoch, selbst im gerontischen Stadium, mit diesem jemals zusammenzufallen. Auch bleibt der Externteil stets verhältnismäßig breit gerundet. Niemals nimmt der Querschnitt jene ausgesprochen herzförmige Gestalt an wie bei *D. insignis* Gemm. (Cephal. Trias sup. della reg. occid. della Sicilia, Palermo, 1904, p. 298, Tav. 1, Fig. 21, 22, IX, Fig. 13—16). Eine Vereinigung unserer alpinen mit der sizilischen Art, die sonst dem *D. patens* außerordentlich nahesteht, kommt somit keinesfalls in Betracht.

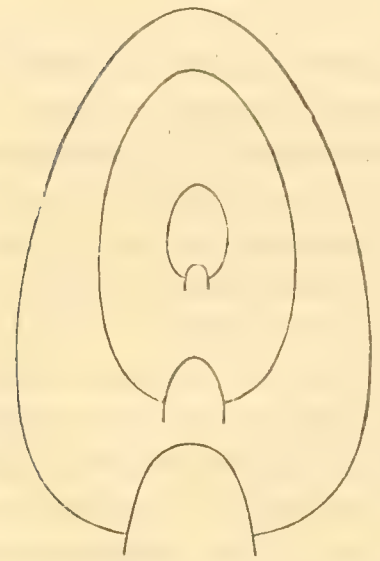
Fig. 15.



Discophyllites patens Mojs. Karnisch-norische Mischfauna, coll. Heinrich.

Dagegen könnte man darüber im Zweifel sein, ob unsere Stücke besser an *D. patens* oder an den indischen *D. Ebneri* v. Mojsisovics (Obertriad. Cephalopodenfaunen d. Himalaya, Denkschr. Akad. Wiss. Wien, LXIII, 1896, p. 668, Taf. XIX, Fig. 6, auch Palaeontol. Ind., ser. XV, Himal. Foss. Vol. III, Pt. 1, 1899, p. 116, Taf. XIX, Fig. 6) anzuschließen seien. Der Typus der letzteren Spezies aus der karnischen Stufe des Himalaya (Schichten mit *Halobia comata* von Lauka) ist leider nur unvollständig erhalten. Der Querschnitt desselben gleicht bei einem Durchmesser von 70 *mm* mehr demjenigen der größten mir vorliegenden alpinen Exemplare vom Feuerkogel als jenen gleich großer Stücke des *D. patens*, da er nicht elliptisch gestaltet ist, sondern seine größte Breite bereits in die Nähe des Nabelrandes fällt. Dagegen erweist sich der Querschnitt an meinen Discophylliten vom Feuerkogel bei einem Durchmesser von 70 *mm* noch ebenso regelmäßig elliptisch gestaltet, wie bei dem Typus des *D. patens*.

Fig 16.



Querschnitte durch die Schlußwindung des *Discophyllites patens* Mojs. in verschiedenen Altersstadien. Karnisch-norische Mischfauna, coll. Heinrich.

In seinen Querschnittsverhältnissen stimmt auch *Discophyllites cf. Ebneri* Welter (Obertriadische Ammoniten u. Nautiliden von Timor, I. Liefg. von Wanners Palaeontol. v. Timor, 1914, p. 202, Taf. XXX, Fig. 10, 11, Textfig. 74—76) bei einem Durchmesser von 100 *mm* mit der Spezies von Lauka, nicht mit *D. patens*, überein. E. v. Mojsisovics gedenkt in seiner Diagnose des *D. Ebneri* dieses Unterschiedes in den Querschnittsverhältnissen überhaupt nicht, gibt vielmehr als einziges Unterscheidungsmerkmal in der äußeren Gestalt die im Verhältnis zur Dicke ein wenig geringere Windungshöhe des *D. Ebneri* an. Bei seinem Original der letzteren Spezies verhalten sich Höhe und Dicke der Schlußwindung wie 29 : 22 *mm*. Bei seinem Typus des *D. patens* ist dieses Verhältnis wie 31 : 21 *mm*. Einer gleichen Windungshöhe entspricht an zwei mir vorliegenden Exemplaren aus der coll. Heinrich eine Dicke von 20 beziehungsweise 21 *mm*. Bei dem von Welter abgebildeten *Discophyllites cf. Ebneri* aus der Obertrias von Timor entspricht einer Höhe der Schlußwindung von 45 *mm* eine Dicke von 29 *mm*. Diese Unterschiede im Höhen- und Dickenwachstum sind also so minimale, daß sie für eine spezifische Trennung des *D. patens* und *D. Ebneri* gewiß nicht ausreichen.

Auch in der Suturlinie kann ich solche Unterschiede in den Abbildungen von E. v. Mojsisovics nicht finden, obwohl dieser Forscher auf derartige Unterschiede in den Details der Loben und der unteren Hälfte der Sättel hinweist. Eher geben die Illustrationen Welter's in dieser Richtung Anhaltspunkte (p. 203, Textfig. 74—76), indem bei dem timoresischen *D. cf. Ebneri* die Lateralloben nicht mit einer so deutlich mittelständigen Spitze enden wie bei *D. patens*, vielmehr der äußere Seitenast dieser

Loben fast ebenso tief als der Hauptast herabreicht. Gerade dieses Merkmal aber fehlt unseren alpinen Exemplaren durchaus, die sich in der Anlage der Lateralloben vollständig an *D. patens* anschließen.

Wenn *D. patens* und *D. Ebneri* als selbständige Spezies aufrecht erhalten werden sollen, so kann es wohl nur auf Grund der allerdings sehr untergeordneten Unterschiede in den Querschnittsverhältnissen geschehen. Jedenfalls stehen sich beide Formen außerordentlich nahe.

Auf alle Fälle muß der in meiner Abhandlung über die Fauna des Tropitenkalkes von Byans (Palaeontol. Indica, ser. XV, Himalayan Foss. Vol. V, No. 1, 1906, p. 137, Pl. V, Fig. 5) zu *Discophyllites Ebneri* gestellte Ammonit von dieser Art getrennt werden, wie schon O. Welter (1. c. p. 202) mit Recht betont hat. Ich habe in den »Cephalopoda triadica« (Pars 8 des Catalogus animalium fossilium 1915, p. 219) für diesen Ammoniten den neuen Namen *Phylloceras joharense* vorgeschlagen. Denn diese neue Art ist auf Grund der diphyllischen Ausbildung ihres Externsattels bei *Rhacophyllites*, nicht bei *Discophyllites* einzureihen.

Dimensionen.

	I.	II.	III.
Durchmesser	22 *mm*	137 *mm*	246 *mm*
Höhe der Schlußwindung	7	55	102
Dicke der Schlußwindung	5	38	67
Nabelweite	8·5	48	87

Vorkommen. Zahl der untersuchten Exemplare. Feuerkogel, karnisch-norische Mischfauna, 4, coll. Heinrich, 1, coll. Arthaber (im Paläontol. Institut d. Universität Wien).

Fam. **Megaphyllitidae** Mojs.

Gen. **Megaphyllites** v. Mojsisovics.

Megaphyllites applanatus v. Mojsisovics.

1873 *Pinacoceras applanatum* v. Mojsisovics, Cephal. d. Hallst. Kalke, Abhandl. Geol, Reichsanst. VI 1, p. 47, Taf. XIX, Fig. 5, 8.

1902 *Megaphyllites applanatus* v. Mojsisovics, ibidem, Supplement p. 315.

Diese bisher nur aus den Ellipticus-Schichten des Feuerkogels bekannte Spezies ist auch in Dr. Heinrich's Sammlung an der gleichen Lokalität aus der karnisch-norischen Mischfauna vertreten.

Megahyllites humilis v. Mojsisovics.

1873 *Pinacoceras humile* v. Mojsisovics, Cephal. d. Hallst. Kalke, Abhandl. Geol. Reichsanst. VI/1, p. 46, Taf. XIX, Fig. 2—4, XX., Fig. 8, 9.

1881 *Megaphyllites humilis* v. Mojsisovics, Cephal. d. Mediterr. Triasprov. 1. c. X, p. 193.

1902 *M. humilis* v. Mojsisovics, Cephal. d. Hallst. Kalke, 1. c. Supplement, p. 315.

1904 *M. humilis* Gemmellaro, Cephal. Trias. super. d. reg. occid. d. Sicilia, p. 293, Tav. II, fig. 13, 14.

1906 *M. humilis* v. Arthaber, Alpine Trias, Lethaea mes. I/3, Taf. XLV, Fig. 5.

Diese stratigraphisch indifferente, aus der julischen Unterstufe bis in das mittlere Norikum aufsteigende Art hat sich auch in der karnisch-norischen Mischfauna des Feuerkogels (coll. Heinrich) gefunden.

Fam. **Pinacoceratidae** Mojs.

Gen. **Pinacoceras** v. Mojsisovics.

Pinacoceras parma v. Mojsisovics.

1846 *Ammonites Metternichii* v. Hauer (ex parte). Cephalopoden des Salzkammergutes etc., Taf. I, II, III, Fig. 1 (non Taf. IV, Fig. 4).

1873 *Pinacoceras parma* v. Mojsisovics, Cephalopoden d. Hallst. Kalke, Abhandl. Geol. Reichsanst. VI 1, p. 60, Taf. XXVI, Fig. 2.

1873 *Pinacoceras subparma* v. Mojsisovics, ibidem, p. 61, Taf. XXVI, Fig. 3.

1896 *P. parma* v. Mojsisovics, Obertriad. Cephalopodenfaunen des Himalaya, Denkschr. Akad. Wiss. Wien, math.-nat. Kl., LXIII, p. 689, Taf. XVIII, Fig. 7, 8.

1899 *P. parma* v. Mojsisovics, Upper triassic Cephalopod faunae of the Himalaya, Palaeontol. Ind., ser. XV, Himal. Foss. Vol. III, Pt. 1, p. 105, Pt. XVIII, fig. 7, 8.

1902 *P. parma* v. Mojsisovics, Cephal. d. Hallst. Kalke, 1. c. Supplement, p. 294, Taf., XVIII, Fig. 1.

1906 *P. parma* Diener, The fauna of the Tropites limestone of Byans, Palaeontolog. Ind., ser. XV, Himal. Foss., Vol. V, No. 1, p. 161, Pl. XIV, fig. 11.

1914 *P. parma* Welter, Obertriad. Ammoniten u. Nautiliden v. Timor, in Wanner: Palaeontol. v. Timor, 1. Liefg., p. 195.

Diese der mediterranen und himamalayischen Trias gemeinsame Art, die E. v. Mojsisovics aus den unternorischen Hallstätter Kalken des Leisling und Gföhl bei Goisern und aus dem mittelnorischen Marmor des Sommeraukogels zitiert, hat sich auch in Kittl's Aufsammlungen aus dem Hallstätter Kalk des Taubensteins im Gosautal, ferner aus der karnisch-norischen Mischfauna des Feuerkogels und aus dem norischen Hallstätter Kalk des Pötschensteins am Ausseer Sandling gefunden.

Nur als eine Varietät des *Pinacoceras parma* möchte ich ein Exemplar von der letztgenannten Lokalität ansprechen, das — bei sonstiger Übereinstimmung in allen Merkmalen — sich von dieser Art durch die Verkümmerung des ersten, dem Externlobus benachbarten Adventivsattels unterscheidet und noch bei einem Durchmesser von 75 *mm* nur vier wohl ausgebildete dimeroide Adventivsättel besitzt. Geringen Schwankungen in der Zahl der Adventivelemente dürfte bei *Pinacoceras* wohl kaum eine spezifische Bedeutung beizumessen sein.

Pinacoceras parmaeforme v. Mojsisovics.

1873 *Pinacoceras parmaeforme* v. Mojsisovics, Cephal. d. Hallst. Kalke, Abhandl. Geol. Reichsanst. VI 1, p. 61, Taf. XXIV, Fig. 7.

1902 *P. parmaeforme* v. Mojsisovics, ibidem, Supplement, p. 294.

Die Sammlung Dr. Heinrich's enthält mehrere schöne Stücke dieser Art aus der karnisch-norischen Mischfauna des Feuerkogels. Das größte derselben ist bei einem Durchmesser von 220 *mm* noch vollständig gekammert.

Pinacoceras nov. sp. ind.

Textfig. 17.

Aus den Hallstätter Kalken der Aonoides-Zone des Feuerkogels am Röthelstein bei Aussee liegt mir ein leider unzureichend erhaltenes Fragment eines *Pinacoceras* vor, das unzweifelhaft einer neuen Art angehört, die sich an keine der bisher bekannten Formen näher anzuschließen scheint.

Fig. 17.

Pinacoceras nov. sp. ind. Feuerkogel, julische Unterstufe, coll. Heinrich.

Die verhältnismäßig stark divergierenden Seitenteile lassen einen engen, trichterförmigen Nabel offen, der von einer hohen, schräge abfallenden Nabelwand begrenzt wird. Der Externteil ist spitzschneidig. Die größte Dicke der Windung fällt mit der scharfen Nabelkante zusammen.

Die Oberfläche ist mit sehr zarten, S-förmig geschwungenen Streifen bedeckt. Gelegentlich stellen sich in der Mitte der Flanken schwache, in der Richtung der Anwachsstreifen verlängerte Knoten ein. Die Skulptur erinnert dadurch an jene bei einzelnen Vertretern des Genus *Beyrichites* Waagen zum Beispiel *B. proximus* Opp. oder *B. Gangadhara* Dien.

Dimensionen.

Durchmesser	45 *mm*
Höhe der Schlußwindung	24
Dicke der Schlußwindung	10
Nabelweite	5

Loben. Von den Loben vermag ich leider, der schlechten Erhaltung wegen, keine Detailzeichnung zu geben. Es sind nur zwei Hauptloben vorhanden. Die fünf Adventivsättel besitzen geteilte, aber gegen oben zu verschmälerte Sattelköpfe. Die Zahl der in der Richtung des Radius angeordneten Hilfssättel beträgt mindestens sechs.

Mit Rücksicht auf die ungenügende Erhaltung des einzigen mir vorliegenden Exemplars konnte ich mich nicht entschließen, für diese immerhin nicht uninteressante und zum mindesten der Erwähnung werte Art hier eine spezifische Bezeichnung einzuführen.

Vorkommen. Zahl der untersuchten Exemplare, Feuerkogel julische Hallstätter Kalke, 1, coll. Heinrich.

Subgen. **Pompeckjites** Mojs.

Pompeckjites Layeri v. Hauer, var. nov.

Textfig. 18.

1847 *Ammonites Layeri* v. Hauer, Neue Cephalopoden von Aussee, Haidingers Naturwissenschaftl. Abhandl. I, p. 269, Taf. IX, Fig. 1—3.

1873 *Pinacoceras Layeri* v. Mojsisovics, Cephalopoden d. Hallst. Kalke, Abhandl. Geol. Reichsanst. VI,1, p. 63, Taf. XXIII, Fig. 1—6.

1879 *Pinacoceras Layeri* Branco, Entwicklungsgeschichte der foss. Cephalopoden, Palaeontograph. XXVI, 1879, p. 43, Taf. VII, Fig. 3.

1902 *Pompeckjites Layeri* v. Mojsisovics, Cephalop. d. Hallst. Kalke, l. c. Supplement, p. 298, Taf. XIX, Fig. 4, 5, XX, Fig. 1.

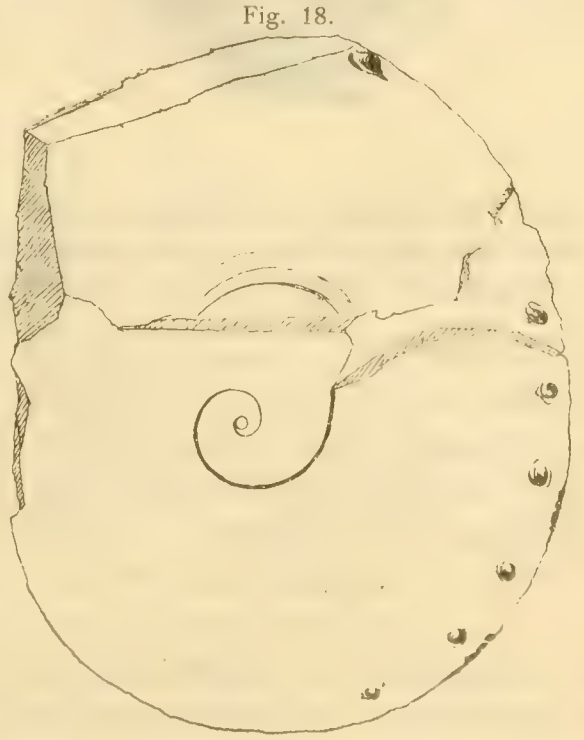
1908 *Pinacoceras Layeri* Kittl, Triasbildungen d. nordöstl. Dobrudscha, Denkschr. Akad. Wiss. Wien, LXXXI, p. 499.

1910 *Pinacoceras Layeri* Renz, Triadische Faunen der Argolis, Palaeontograph. LVIII, p. 78.

1913 *Pinacoceras Layeri* Simionescu, Les Ammonites triasiques de Hagighiol (Dobrogea), Acad. Romana, Publ. fund, V. Adamachi, Boucarest, No. XXXIV, p. 326, Pl. VIII, Fig. 3.

1915 *Pompeckjites Layeri* Diener, Über Ammoniten mit Adventivloben, Denkschr. Akad. Wiss. Wien, XCIII, p. 189, Taf. II, Fig. 14.

Fig. 18.



Pompeckjites Layeri Hau. var. Feuerkogel, julische Unterstufe, coll. Heinrich.

Schon E. v. Mojsisovics betont die außerordentliche Veränderlichkeit dieser merkwürdigen Art. Die Variabilität betrifft insbesondere die Beschaffenheit des Externteils und die Skulptur der Marginalzone der Seitenteile, in der ein Wechsel von Faltrippen und knotigen Anschwellungen die Hauptrolle spielt.

Eine neue, von allen bisher beschriebenen abweichende Varietät liegt mir aus den julischen Hallstätter Kalken des Feuerkogels (coll. Heinrich) vor. Das Exemplar, das in seinen Dimensionen dem von E. v. Mojsisovics im ersten Teil seiner Monographie (1873) in Fig. 3 auf Taf. XXIII abgebildeten Original nahesteht und bereits mit der abgeänderten Wohnkammer versehen ist, entbehrt vollständig der Faltrippen innerhalb der Marginalzone, weist hingegen kräftige, nur ein wenig in die Länge gezogene Knoten auf, die knapp neben dem scharfen Externkiel stehen. Diese Knoten, deren im ganzen neun gezählt werden, stellen sich erst in der zweiten Hälfte der Schlußwindung ein, deren vorangehender Teil eine glatte, jeder Skulptur entbehrende Marginalzone aufweist.

Fam. **Gymnitidae** Mojs.

Gen. Sturia v. Mojsisovics.

Sturia cf. Karpinskyi v. Mojsisovics.

Textfig. 19.

1902 *Sturia Karpinskyi* v. Mojsisovics, Cephal. Hallst. Kalke, Abbandl. Geol. Reichsanst. VI 1, Supplement, p. 309, Taf. XXIII, Fig. 1, Textfig. 8.

Im Supplementheft zum ersten Bande seiner Monographie der Hallstätter Cephalopoden hat E. v. Mojsisovics den Nachweis zu erbringen versucht, daß die sonst für die anisische und ladinische Stufe der Trias bezeichnende Gattung *Sturia* bis in die julische Unterstufe hinaufreicht. Er hat zwei Arten dieses Genus aus den Ellipticus-Schichten des Feuerkogels namhaft gemacht. Ob die eine, die er als *Sturia sp. ind. aff. Sansovinii* bezeichnet, wirklich aus dieser Schichtgruppe stammt — im Jahre 1882 zweifelte E. v. Mojsisovics noch nicht an der Herkunft des einzigen diese Spezies repräsentierenden Stückes aus den Trinodosus-Schichten der Schreyeralm — wird sich bis zur Auffindung von Stücken an der genannten Lokalität in situ kaum entscheiden lassen. Aber auch der Beweis der Zugehörigkeit von *Sturia Karpinskyi* zu diesem Genus ist von E. v. Mojsisovics nur auf Grund der Übereinstimmung in den äußeren Merkmalen, insbesondere in der Form des Querschnittes und in dem Auftreten einer Spiralskulptur, geführt worden, während ihm die Suturlinie unbekannt blieb.

Fig. 19.

Sturia cf. Karpinskyi Mojs. Abgewitterte Suturlinie eines Exemplars aus der karnisch-norischen Mischfauna des Feuerkogels, coll. Heinrich.

Diesem Mangel in der Diagnose vermag ich auf Grund des mir vorliegenden Ammonitenmaterials aus der coll. Heinrich nunmehr abzuhelfen. In meiner Abhandlung über neue *Ammonoidea trachyostraca* aus den Hallstätter Kalken des Salzkammergutes wird die Beschreibung eines neuen Subgenus *Heinrichites* Platz finden, das sich zunächst an *Gonionotites* Gemm. anschließt, aber durch die Erwerbung einer aus zahlreichen zarten Längslinien bestehenden Spiralskulptur eine auffallende Ähnlichkeit mit *Sagenites* Mojs. annimmt. Unter den zahlreichen Vertretern von *Heinrichites* in der karnisch-norischen Mischfauna des Feuerkogels fiel mir ein Stück von 140 *mm* Durchmesser durch seinen abweichenden Querschnitt auf. In dem pfeilförmigen Umriß des letzteren, desgleichen in dem Auftreten einer schwachen Egression der Naht der noch vollständig gekammerten Schlußwindung gleicht dasselbe der Illustration der *Sturia Karpinskyi* bei E. v. Mojsisovics, während es in diesen beiden Merkmalen von sämtlichen neuen Arten des Subgenus *Heinrichites* abweicht.

Meine Vermutung, einen Vertreter der Gattung *Sturia* vor mir zu haben, wurde durch die Präparation der Suturlinie bestätigt, die, obschon stellenweise abgewittert, die charakteristische Gestalt der Lobenelemente von *Sturia* zeigt. Die hohen, pyramidenförmigen, tief zerlappten Sättel kontrastieren auf das schärfste mit den breitwipfeligen, am Kopf geteilten Sätteln von *Heinrichites Paulckei,* der typischen Art des neuen Subgenus. Außer den serial angeordneten Hauptsätteln stehen noch zwei Auxiliarsättel außerhalb der Naht. Diese geringe Zahl von Auxiliarelementen unterscheidet die vorliegende Spezies von *S. Sansovinii,* bei der schon wesentlich kleinere Exemplare sechs Hilfsloben

außerhalb der Naht aufweisen. Der erste Laterallobus endet, wie bei *S. Sansovinii,* mit zwei gleich langen, durch einen mittleren Zacken getrennten Spitzen.

Ob unsere Art mit *S. Karpinskyi* direkt identisch ist, wage ich nicht zu entscheiden, da die Oberflächenskulptur der nur an wenigen Stellen erhaltenen Schalenreste zu einer solchen Entscheidung nicht ausreicht. Die spiralen Längsleisten sind nur im Bereich des Externteils gut sichtbar, dagegen in jener Region, wo bei *S. Karpinskyi* die fadenförmigen Knötchenspiralen auftreten, der Beobachtung entzogen.

Von stratigraphischer Bedeutung ist vor allem die Tatsache, daß das Genus *Sturia* noch über die julische Unterstufe hinausgeht und mindestens bis an die Oberkante der karnischen Stufe reicht.

Vorkommen. Zahl der untersuchten Exemplare. Feuerkogel, karnisch-norische Mischfauna 1, coll. Heinrich.

Gen. Placites v. Mojsisovics.

Placites perauctus v. Mojsisovics.

1873 *Pinacoceras perauctum* v. Mojsisovics, Cephal. d. Hallst. Kalke, Abhandl. Geol. Reichsanst. VI/1, p. 53, Taf. XXI, Fig. 7, 8.

1902 *Placites perauctus* v. Mojsisovics, ibidem, Supplement, p. 300.

1914 *P. perauctus* Welter, Obertriad. Ammoniten u. Naut. v. Timor, Wanner's Palaeontol. v. Timor, I. Liefg., p. 196.

1915 *P. perauctus* Diener, Ammoniten mit Adventivloben, Denkschr. Akad. Wissensch. Wien, math.-nat. Kl. XCIII. p. 185.

E. v. Mojsisovics zitiert diese Art sowohl aus den julischen *Ellipticus*-Schichten des Feuerkogels als aus dem norischen Hallstätter Marmor des Sommeraukogels. In der karnisch-norischen Mischfauna des Feuerkogels ist sie, wie die coll. Heinrich lehrt, eine der häufigsten Arten. In dieser Sammlung befindet sich ein noch durchaus gekammertes Exemplar von 150 *mm* Durchmesser.

Placites placodes v. Mojsisovics.

1873 *Pinacoceras placodes* v. Mojsisovics, Cephal. d. Hallst. Kalke, Abhandl. Geol. Reichsanst. VI/1, p. 53, Taf. XXII, Fig. 1.

1902 *Placites placodes* v. Mojsisovics, ibidem, Supplement, p. 300.

Diese der tuvalischen und julischen Unterstufe der Obertrias gemeinsame Art geht am Feuerkogel nach den Mitteilungen Dr. Heinrich's bis in die Bänke mit der karnisch-norischen Mischfauna hinauf.

Zusammenfassung.

Die Zahl der bisher aus der Hallstätter Trias des Salzkammergutes bekannten Arten der *Ammonoidea leiostraca* hat sich durch die in der vorliegenden Abhandlung neu aufgestellten Spezies um 22 vergrößert. Zur Aufstellung eines neuen Genus bot das von den Herren Kittl und Heinrich gesammelte Material keinen Anlaß, obwohl jene einer neuen Gruppe oder Untergattung für einen aberranten Typus der Gattung *Arcestes (Gonarcestes)* in Erwägung gezogen werden könnte.

Den Hauptanteil an den neuen Arten liefert die Gattung *Arcestes* Suess im weiteren Sinne, die bekanntlich in der Hallstätter Fazies an Individuenreichtum alle übrigen Ammonitengruppen weitaus übertrifft. Von 16 neuen Arten dieses Genus entfallen 12 auf *Arcestes s. s.* — unter ihnen 4 auf die Gruppe der *A. intuslabiati,* 8 auf jene der *A. coloni* — 3 auf *Pararcestes* Mojs., eine auf *Ptycharcestes* Mojs.

Unter den *A. intuslabiati* gehört *A. pinacostomus* in die Verwandtschaft des *A. didymus* Mojs. und *A. Cossmanni* Gemm., *A. Trauthi* in jene des timoresischen *A. sundaicus* Welter. *A. Spengleri* steht zwischen *A. Sisyphus* Mojs. und *A. bicornis* Hau. *A. Piae* nimmt eine isolierte Stellung innerhalb der Gruppe ein. Die auffallende Knickung am Ende der Schlußwindung verleiht ihm eine äußere Ähnlichkeit mit manchen Kreidescaphiten.

In der Gruppe der *A. coloni* sind *A. Geyeri* und *A. Rotkyi* mit einem hohen, kammförmigen Mundsaumkragen ausgestattet. *A. Tietzei* zeichnet sich durch einen ungewöhnlich weit vorspringenden Externlappen des Peristoms aus. *A. Xaverii* gehört in die Verwandtschaft des *A. tomostomus* Mojs. *A. regalis* erinnert in der Gestalt seines Peristoms an den viel kleineren *A. probletostomus* Mojs. *A. Gattnari* schließt sich in der Gestalt seiner Schlußwindung an *A. Antonii* Mojs. und *A. simplex* Mojs. an, besitzt aber eine deutlich ausgesprochene Oberflächenskulptur. *A. Schafferi,* mit weitem Nabel und spitz zulaufendem Externlappen am Mündungsrand, kann mit keiner der bisher beschriebenen Spezies der *A. coloni* in nähere Beziehung gebracht werden. Mit ihm verwandt ist möglicherweise eine Zwergform, *A. Frechi.*

Das Subgenus *Pararcestes* Mojs. hat drei neue Arten geliefert. *P. sublabiatiformis* schließt sich enge an *P. sublabiatus* Mojs. an. In die Verwandtschaft derselben Art gehört *P. Kerneri,* der aber zugleich im Bau der Schlußwindung eine auffallende Ähnlichkeit mit *Arcestes Geyeri* aus der Gruppe der *A. coloni* zeigt. *P. Welteri* mit einem fast dreickigen Windungsquerschnitt weist eine bemerkenswerte äußere Ähnlichkeit mit *Proarcestes Barrandei* Lbe. auf.

Zu dem einzigen bisher bekannten Vertreter der Untergattung *Ptycharcestes* Mojs., *P. rugosus* Mojs., gesellt sich nunmehr eine zweite neue Spezies, *P. Heinrichii* hinzu.

Bei einer nicht geringen Anzahl von Arten des Genus *Arcestes* konnte eine etwas größere vertikale Verbreitung konstatiert werden, als man bisher angenommen hatte. Beachtung verdient insbesondere der Nachweis, daß *A. bicornis* Hau. aus der karnischen in die norische Stufe hinaufgeht.

Die Gattung *Cladiscites* hat nur drei neue Arten geliefert, *Cl. tuvalicus,* mit einem an *Paracladiscites indicus* Mojs. erinnernden Querschnitt, und zwei unbenannt gebliebene Spezies aus der nächsten Verwandtschaft des *Cl. tornatus* Bronn und des *Cl. crassestriatus.* Mojs. Für das Hallstätter Gebiet des Salzkammergutes neu sind der silizische *Cl. Gorgiae* Gemm. und der himamalayische *Cl. externecavatus* Welt., ferner *Hypocladiscites subcarinatus* Gemm. und eine große Form des Subgenus *Hypocladiscites,* die dem indischen *H. subaratus* Mojs. so nahe steht, daß sie mit demselben bei einer etwas weiteren Speziesfassung ohne Schwierigkeit vereinigt werden könnte.

Drei neue Arten der Genera *Coroceras* Hyatt, *Rhacophyllites* Zitt. und *Pinacoceras* Mojs. mußten ihrer fragmentarischen Erhaltung wegen unbenannt bleiben, erscheinen jedoch gleichwohl einer Erwähnung wert. *Coroceras nov. sp. ind.* gehört in die Verwandtschaft des *C. subnasutum* Mojs. *Rhacophyllites nov. sp. ind.* schließt sich mit Rücksicht auf seinen verhältnismäßig engen Nabel nahe an *Phylloceras s. s.* an. *Pinacoceras nov. sp. ind.* besitzt eine auffallende, an *Beyrichites proximus* Opp. erinnernde Oberflächenskulptur.

Durch ihren Reichtum an Hallstätter Cephalopoden erscheinen zwei neue Lokalitäten bemerkenswert, deren Aufzählung man in der klassischen Monographie von E. v. Mojsisovics vermißt. Es handelt sich hier um die norische Ammonitenfauna des Taubensteins im Gosautal und um die karnisch-norische Mischfauna des Feuerkogels im Zuge des Röthelsteins bei Aussee.

Die Fauna des Taubensteins, auf die zuerst Kittl im „Führer für die geologischen Exkursionen in Österreich" (IV. Salzkammergut, 1903, p. 64) aufmerksam gemacht hat, umfaßt die folgenden *Ammonoidea leiostraca:*

Arcestes diphyus Mojs.
„ *dicerus* Mojs.
„ *nannodes* Mojs.
„ *simostomus* Mojs.
„ *bicornis* Hau.
Stenarcestes cf. planus Mojs.
Stenarcestes leiostracus Mojs.
„ *ptychodes* Mojs.
Pinacoceras parma Mojs.
Rhacophyllites debilis Hau.
Megaphyllites insectus Mojs.
Placites oxyphyllus Mojs.

Die von A. Heinrich im Jahre 1908 entdeckte, aus karnischen und norischen Elementen gemischte Cephalopodenfauna des Feuerkogels enthält die nachfolgenden Spezies von leiostraken Ammoniten:

Arcestes Spengleri nov. sp.
„ *Trauthi* nov. sp.
„ *Piae* nov. sp.
Ptycharcestes Heinrichii nov. sp.
Cladiscites crassestriatus Mojs. (karn.)
„ *nov. sp. ind. aff. crassestriato* Mojs.
„ *nov. sp. ind. aff. tornato* Bronn.
„ *pusillus* Mojs. (karn.)
„ *neortus* Mojs. (nor.)
„ *quadratus* Mojs. (nor.)
„ *externecavatus* Welt.
Hypocladiscites cf. subaratus Mojs (karn.)
Rhacophyllites neojurensis Quenst. (nor.)
Discophyllites patens Mojs. (nor.)
Megaphyllites applanatus Mojs. (karn.)
„ *humilis* Mojs. (karn., nor.)
Pinacoceras parmaeforme Mojs. (karn.)
„ *parma* Mojs. (karn.)
Sturia cf. Karpinsyyi Mojs. (karn.)
Placites perauctus Mojs. (karn., nor.)
„ *placodes* Mojs. (karn.)

Tafel I.

Tafel I.

Fig. 1 *a, b, c.* *Arcestes Spengleri* Diener.

» 2 *a, b.* } *Arcestes Trauthi* Diener.
» 3 *a, b.* }

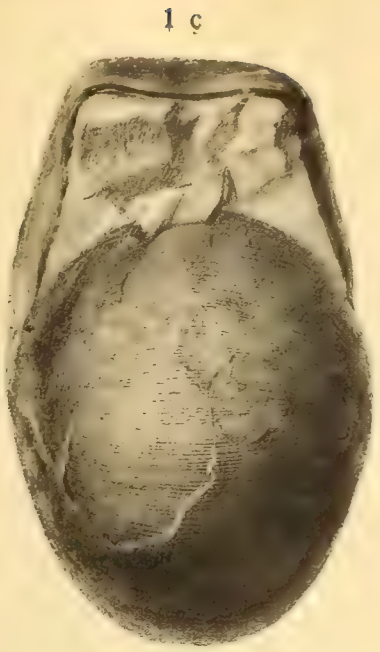
» 4 *a, b.* }
» 5 *a, b.* } *Arcestes Piae* Diener.
» 6 *a, b.* }

» 7 *a, b.* *Plycharcestes Heinrichii* Diener.

Sämtliche Stücke aus der karnisch-norischen Mischfauna des Feuerkogels, coll. Heinrich.

» 8 *a, b, c.* *Arcestes nov. sp. ind. aff. Frechi* Diener. Feuerkogel, Ellipticus-Schichten, coll. Heinrich.

1 a


1 c

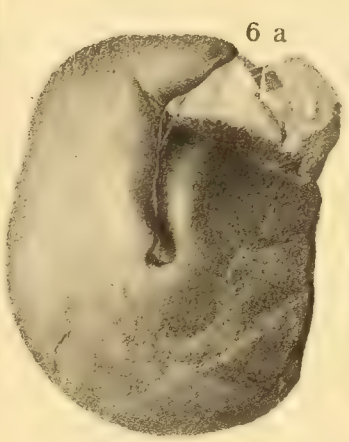
1 b

2 a

5 a

5 b

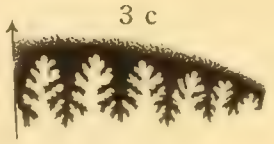
2 b


6 a

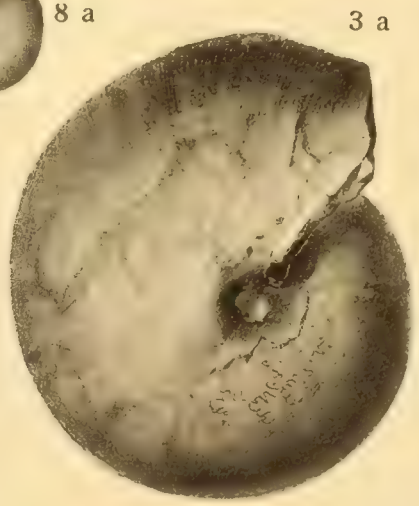
6 b

7 a

7 b


3 c

8 b 8 a 8 c


3 a

3 b

4 b

4 a

Del. Karl Reitschläger, Wien.

Lichtdruck v. Max Jaffé, Wien

Tafel II.

Tafel II.

Fig. 1 *a, b.* *Arcestes pinacostomus* Diener.

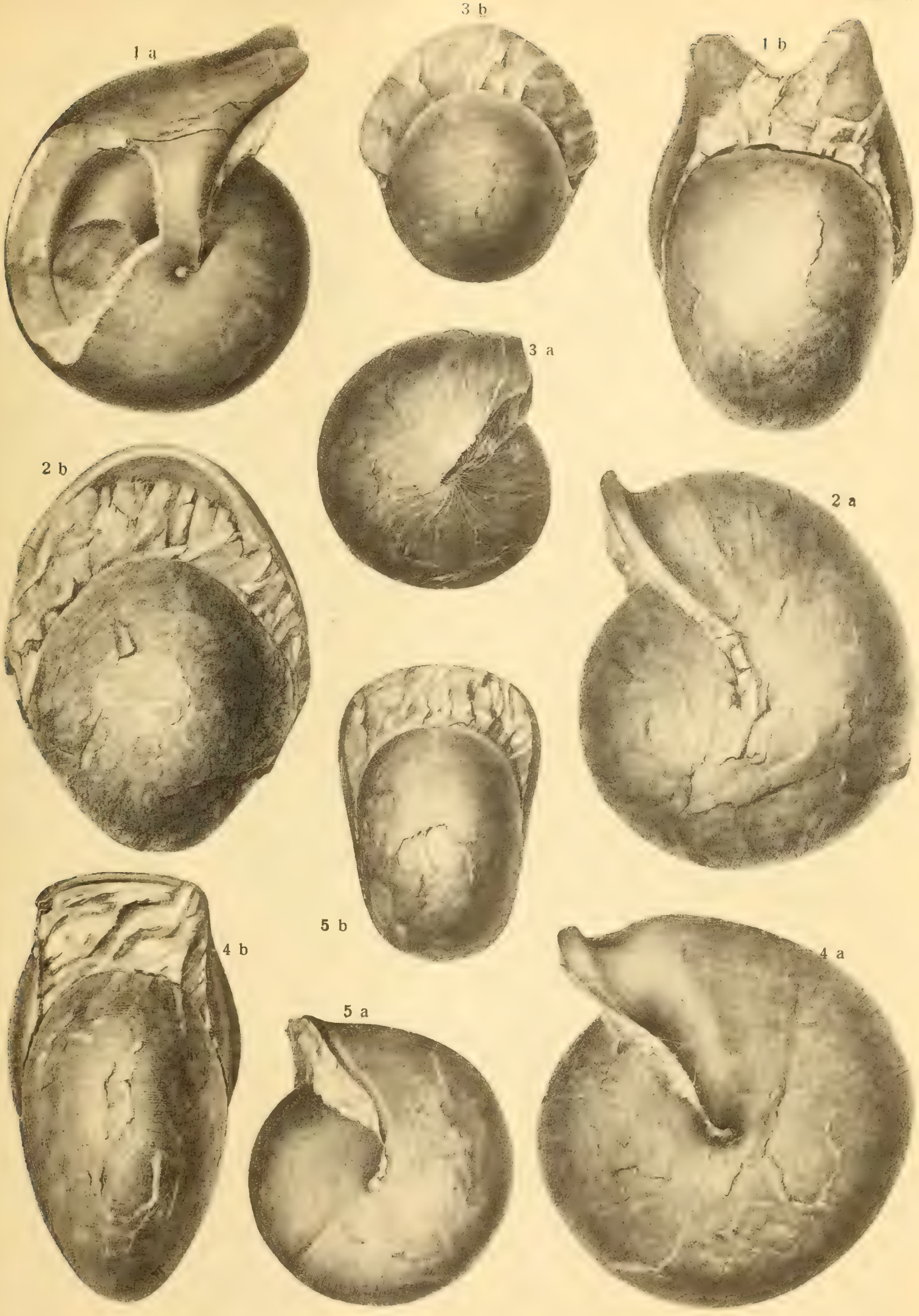
» 2 *a, b.* } *Arcestes Geyeri* Diener.

» 3 *a, b.* }

» 4 *a, b.* *Arcestes regalis* Diener.

» 5 *a, b.* *Arcestes Xaverii* Diener.

Sämtliche Stücke aus den Subbullatus-Schichten des Feuerkogels, coll. Heinrich.



Del. Karl Reitschläger, Wien. Lichtdruck v. Max Jaffé, Wien

Tafel III.

Tafel III.

Fig. 1 *a*, *b*. *Arcestes Schafferi* Diener. Wohnkammer.

» 2 *a*, *b*. *Arcestes Schafferi* Diener. Innerer Kern. Feuerkogel, Subbullatus-Schichten, coll. Heinrich.

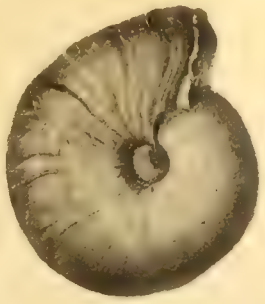
» 3 *a*, *b*. *Arcestes Tietzei* Diener. Feuerkogel, Ellipticus-Schichten, coll. Heinrich.

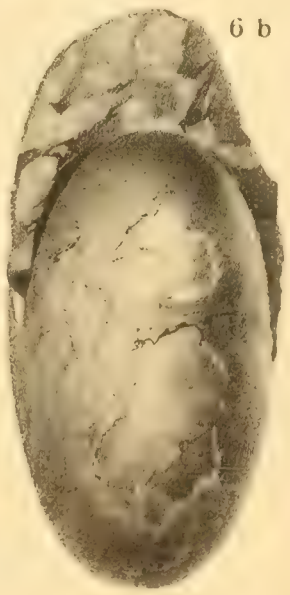
» 4 *a*, *b*. *Arcestes Gattnari* Diener. Feuerkogel, Ellipticus-Schichten, coll. Heinrich.

» 5 *a*, *b*. *Arcestes Rotkyi* Diener. Feuerkogel, Subbullatus-Schichten, coll. Heinrich.

» 6 *a*, *b*. } *Arcestes (Pararcestes) sublabiatiformis* Diener. Feuerkogel, Subbullatus-Schichten, coll. Heinrich.
» 7 *a*, *b*. }

» 8 *a*, *b*. *Arcestes Frechi* Diener. Salzberg bei Aussee, julische Unterstufe, coll. Heinrich.





Del. Karl Reitschläger, Wien.

Lichtdruck v. Max Jaffé, Wien

Tafel IV.

Tafel IV.

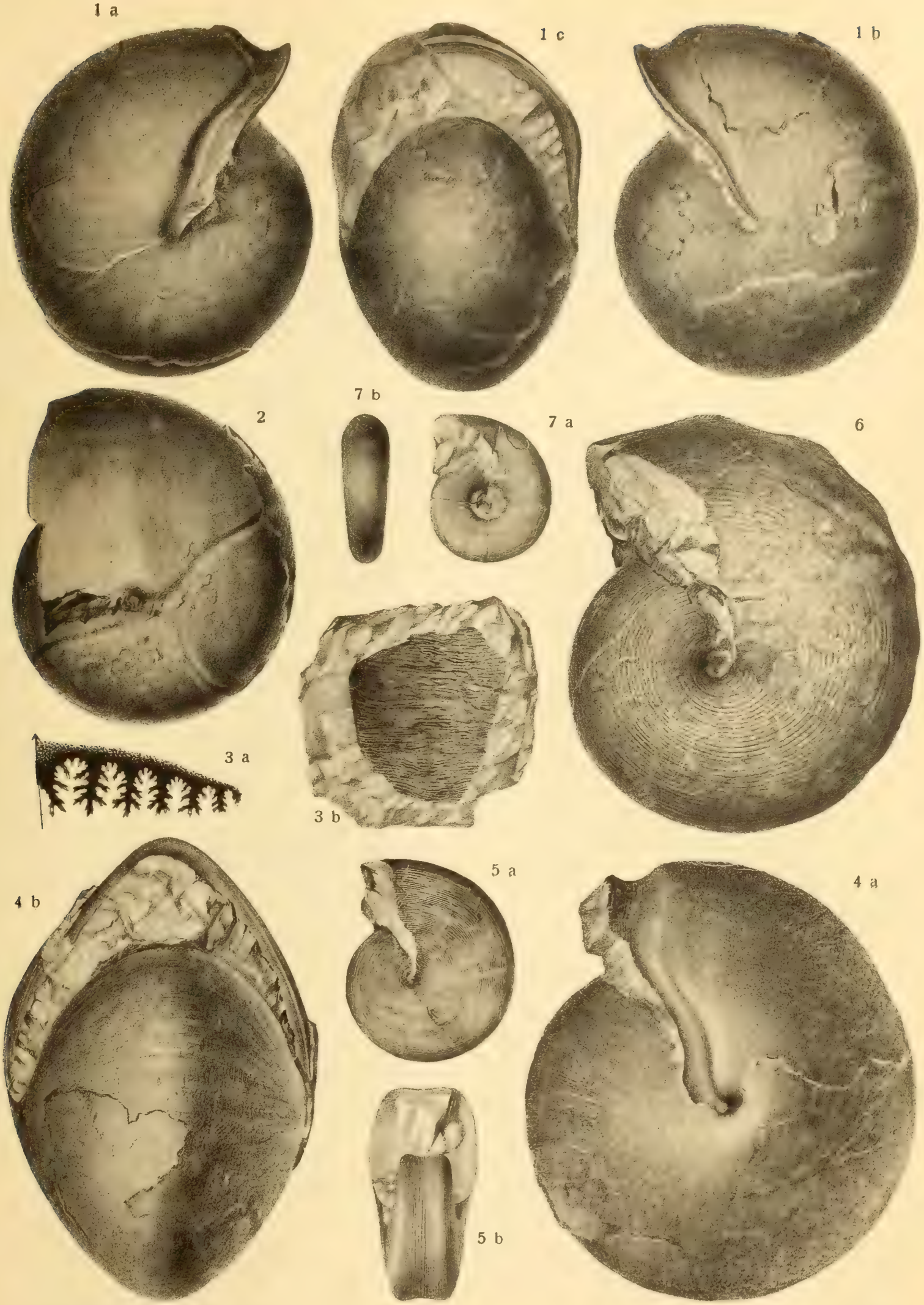
Fig. 1 *a*, *b*, *c*.
» 2
» 3 *a*, *b*
} *Pararcestes Kerneri* Diener. 3 *a* Loben, 3 *b* Runzelschicht. Feuerkogel, Subbullatus-Schichten, coll. Heinrich.

» 4 *a*, *b*. *Pararcestes Welteri* Diener. Feuerkogel, Subbullatus-Schichten, coll. Heinrich.

» 5 *a*, *b*. *Cladiscites externecavatus* Welter. Feuerkogel, karnisch-norische Mischfauna, coll. Heinrich.

» 6. *Cladiscites tuvalicus* Diener. Feuerkogel, Subbullatus-Schichten, coll. Heinrich.

» 7 *a*, *b*. *Rhacophyllites* nov. sp. ind. Sommeraukogel, mittelnorischer Marmor, coll. Heinrich.



Del. Karl Reitschläger, Wien.

Lichtdruck v Max Jaffé, Wien.

STUDIEN ÜBER FLUGSAURIER AUF GRUND DER BEARBEITUNG DES WIENER EXEMPLARES VON DORYGNATHUS BANTHENSIS THEOD. SP.

VON

GUSTAV ARTHABER

PROFESSOR DER PALAEONTOLOGIE

MIT 57 TEXTFIGUREN UND 2 TAFELN

VORGELEGT IN DER SITZUNG AM 13. MÄRZ 1919

Einleitung.

Die ersten Funde unserer Art reichen bis in das Jahr 1830 zurück, weshalb einer monographischen Beschreibung auch die historischen Daten beizubringen obliegt.

Im Jahre 1830 wurden von K. Theodori [1] zum ersten Male Pterodactylusknochen aus dem Lias von Banz erwähnt, welche er der Sömmering'schen Gruppe *Ornithocephalus* zuwies. Vielleicht ohne Kenntnis dieser Angaben beschrieb 1831 H. v. Meyer dieselben Flugsaurierknochen als zu *Pterodactylus macronyx* Buckl. gehörig; sie waren ihm in der Banzer Kreissammlung aufgefallen und wir finden seine Angaben in den Nova Acta, K. Leopold. Karol. Ak. d. Naturf. (Band XV, Abt. 2, p. 198, Taf. 60, Fig. 8—14). Er bildete das verwachsene Scapula-Coracoid, Humerus, Ulna, 2 Flugfingerknochen und 2 Metacarpalia ab. Im selben Jahre erwähnt Theodori [2] nochmals die Banzer Knochen, die er ebenfalls mit der englischen Liasart Bucklands vergleicht, aber schon auf die vorhandenen Differenzen hinweist. Von hier an datiert der Unterschied in den Auffassungen zwischen H. v. Meyer, dem sich später auch Quenstedt anschloß, und K. Theodori, dessen Auffassung Oppel, A. Wagner und Andere zustimmten.

Erst 1852 sind diese Banzer Flugsaurierknochen von Theodori erschöpfend als *Rhamphorhynchus banthensis n. sp.* in der Arbeit »Die Pterodactylusknochen im Lias von Banz« [3] beschrieben und

[1] L. F. v. Forieps Notizen a. d. Gebiete d. Nat. u. Heilkde. Bd. XIX, Nr. 623, p. 101.

[2] Isis p. 276.

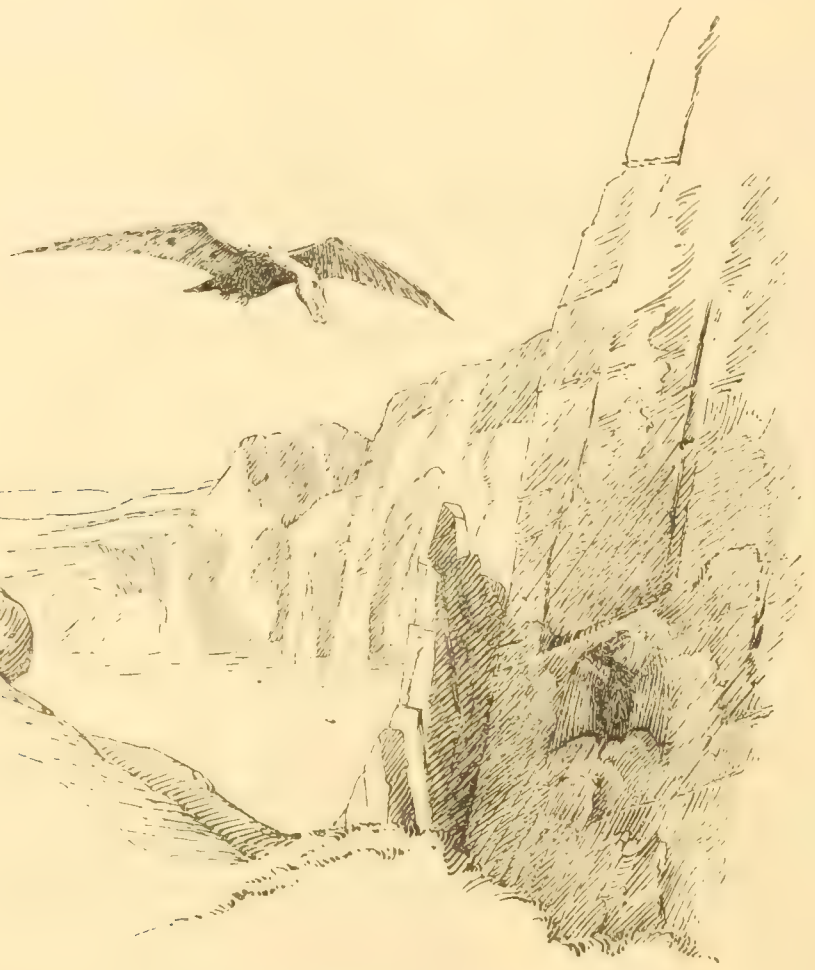
[3] 1. Bericht d. Nat. forsch. Gesellsch. in Bamberg, p. 17, Taf. I, II.

abgebildet worden. Es handelte sich um den teilweise erhaltenen Unterkiefer, um 2 Wirbel, 1 Rumpfrippe, das verwachsene Scapula-Coracoid, Humerus, Ulna und Radius, 1 Carpale, 2 Metacarpale, 3 Flugfingerglieder, 1 Femur, Tibia und Fibula, im Ganzen also um mehr Skelettelemente als H. v. Meyer zuerst abgebildet hatte.

Einen anderen, mit dieser Art identen Unterkiefer fand Oppel 1856[1] im Oberlias von Boll, der heute der Münchner Palaeontologischen Sammlung gehört, und erst 1860 H. v. Meyer[2] als *Pterodactylus macronyx*, später auch F. Plieninger[3] als *Dorygnathus Banthensis* abgebildet hat; ersterer erwähnte[4] noch einen dritten Fund einer Unterkieferspitze aus dem Lias von Baireuth in der dortigen Kreissammlung.

Ende der Fünfzigerjahre wurden im Unterlias von Lyme Regis (Dorsetshire) 2 Schädelexemplare einer Art gefunden, welche 1830 Buckland[5] als »*macronyx*« bezeichnet und deren Identität mit dem

Fig. 1.



Älteste biologische Darstellung eines Pterosauriers; Goldfuß 1831.

Banzer Funde H. v. Meyer angenommen hatte. Owen[6] fixierte 1859 kurz die Identität des neuen mit den alten Funden von 1829 und stellte das Genus *Dimorphodon* für die englische Unterliasart auf, beschrieb aber erst in seinem großen »Monograph of the fossil Reptilia of the liassic formations« die

[1] Jahresh. Vaterl. Naturkd. Württemberg, Bd. XII, p. 326.

[2] Fauna d. Vorw. p. 88, Taf. VIII, Fig. 6—8.

[3] 1907, Palaeontogr. Bd. LIII, p. 225, Fig. 5.

[4] Ibid p. 88, Taf. VIII, Fig. 3—5.

[5] On the discovery of a new species of Pterodactyl in the Lias at Lyme Regis. Geol. Transact. II. Ser. Vol. III, p. 217, 1829.

[6] Edinbourgh New Philos. Journ. 1859, Vol. IX, p. 151; — Part III, London Palaeontogr. Soc. 1865—1881, p. 41—81, Taf. XVII—XX.

neuen Funde ausführlich. Auf Owens erste Angabe hin erkannte A. Wagner[1] sofort, daß die Meyer'sche Identitätsannahme des Banzer Fundes mit der englischen Liasart nicht mehr aufrecht zu halten sei. Er stützte sich dabei vorwiegend auf den Bau des Unterkiefers, welcher bei beiden Funden ganz verschieden ist und schrieb: »Diese (Gattung *Dimorphodon*) unterscheidet sich durch ihren Zahnbau wie durch den Mangel eines zahnlosen Kinnfortsatzes wesentlich von *Pterodactylus banthensis*, und da bei letzterem der Kiefer nicht wie bei *Rhamphorhynchus* in eine einfache Spitze ausläuft, sondern an seiner Basis durch eine flügelartige Umsäumung erweitert ist, so darf man in diesem *Pterodactylus banthensis* ebenfalls den Typus einer besonderen Gattung erkennen, die ich als *Dorygnathus* bezeichne.«

Seither also figuriert diese älteste, gut erhaltene Form des süddeutschen Oberlias als *Dorygnathus banthensis* Theod. sp. Allerdings kennen wir noch ältere Reste von Flugsauriern, die sowohl in der germanischen[2] wie alpinen[3] Trias gemacht worden sind, aber sie alle sind doch zu mangelhaft, als daß sie ernstlich mit der Form des deutschen Oberlias in Vergleich gesetzt werden könnten. In der Folgezeit ist, wie Plieninger (l. c., p. 228) mitteilte, von Quenstedt für die Geologisch-Palaeontologische Universitätssammlung von Tübingen eine kleine Platte mit verschiedenen Extremitätenknochen von Ohmden bei Holzmaden u. T. erworben, aber nie publiziert worden; sie stammt aus dem oberliasischen Posidonienschiefer daselbst. Eine zweite Platte mit einigen Wirbeln und Extremitätenknochen stammt aus demselben Niveau, aber von Holzmaden u. T. selbst, gehört heute ebenfalls Tübingen und wurde von Plieninger (l. c., p. 231, Taf. XV) beschrieben und abgebildet. Erst aus neuester Zeit datieren die prächtigen Funde dreier weiterer Exemplare von Holzmaden, welche B. Hauff (Holzmaden) mit gewohnter Meisterschaft präpariert hat, deren Fundzeiten mir aber unbekannt sind.

Das erste Exemplar, von ausgezeichneter Vollständigkeit und Feinheit der Erhaltung ist das Material für die folgende Beschreibung und wurde vom Naturhistorischen Hofmuseum in Wien erworben; das zweite Exemplar scheint etwas später gefunden oder wenigstens fertigpräpariert worden zu sein und ist, wie mir 1918 Herr Geheimrat Pompeckj in Berlin mitteilte, für die Geologisch-Palaeontologische Abteilung des Museums für Naturkunde in Berlin erworben worden. Es ist von ähnlich tadelloser Erhaltung wie unser Wiener Exemplar und wird von Prof. F. Plieninger beschrieben werden. Das dritte Exemplar ist weniger vollständig und ist mir in einer anscheinend originalgroßen Photographie bekannt geworden, welche im k. k. Naturhistorischen Hofmuseum vorhanden war und die Angabe enthielt »Original in der Universität Löwen«. Ob dies richtig ist, weiß ich nicht. Diesem Exemplare fehlt der Kopf; gut erhalten sind Hals und Rumpf, beide Schultergelenke samt den Vorderextremitäten, Becken und Hinterextremität aber sind zerfallen; es ist noch unpubliziert. Ich bringe in Taf. II eine Reproduktion jener Photographie, weil es schade wäre, dieses Stück noch weiter der Wissenschaft vorzuenthalten und weil es infolge der Kriegsereignisse derzeit unmöglich ist, Fühlung mit den maßgebenden Faktoren der Universität Löwen zu nehmen.

Weitere Exemplare sind mir nicht bekannt geworden. Somit basiert unsere Kenntnis von *Dorygnathus* heute auf 8 Funden.

* * *

Bevor ich die Beschreibung des Wiener Exemplares beginne, will ich eine Dankesschuld an jene Herren Fachgenossen abtragen, welche mir die Bearbeitung dieses interessanten Stückes anvertraut oder mich dabei unterstützt haben.

---

[1] Bemerkungen über die Arten von Fischen und Sauriern, welche im unteren wie im oberen Lias vorkommen sollen; Sitzber. k. Bayr. Ak. d. Wiss. 1860, p. 36, Fußnote 5 zu p. 48.

[2] Vgl. Plieninger, l. c. p. 225.

[3] Bassani: Sui fossili et sull'etá degli schisti bithuminosi triasici di Besano in Lombardia; Atti soc. ital. Sc. nat. Vol. XXIX, 1886, p. 15; Tribelesodon longobardicum p. 25. — Siehe auch in unserer Arbeit p. 11, Fig. 4, 5.

In erster Linie bin ich dem verewigten Intendanten des Naturhistorischen Hofmuseums, Herrn Hofrat Dr. F. Steindachner zu Danke verpflichtet, welcher mir sogar die Entlehnung dieses kostbaren Musealstückes an die Universität freundlichst gestattete, dann aber meinem Freunde Herrn Kustos Prof. F. Schaffer, welcher mir die Bearbeitung dieser wertvollen Neuerwerbung seiner Geologisch-Palaeontologischen Abteilung angetragen hatte; Herrn Kustos Regierungsrat F. Siebenrock bin ich ebenso aufrichtig dankbar für seine stets in liebenswürdiger Bereitwilligkeit gewährte Unterstützung bei osteologischen Detailfragen aus dem Gebiete der rezenten, wie Herrn Dr. F. Baron Nopcsa für viele Ratschläge und Hinweise im Hinblicke auf fossile Reptilien. Die Möglichkeit, rezentes Vergleichsmaterial der verschiedenen Tierklassen benützen zu können, verschafften mir in dankenswertester Weise Direktor Prof. L. Lorenz sowie Kustos Dr. K. Toldt der zoologischen Abteilung des Hofmuseums. Schließlich danke ich herzlichst Herrn Geheimrat J. F. Pompeckj für die mannigfache Unterstützung meiner Vergleichsarbeiten im Berliner Museum für Naturkunde.

Wien, Oktober 1918.

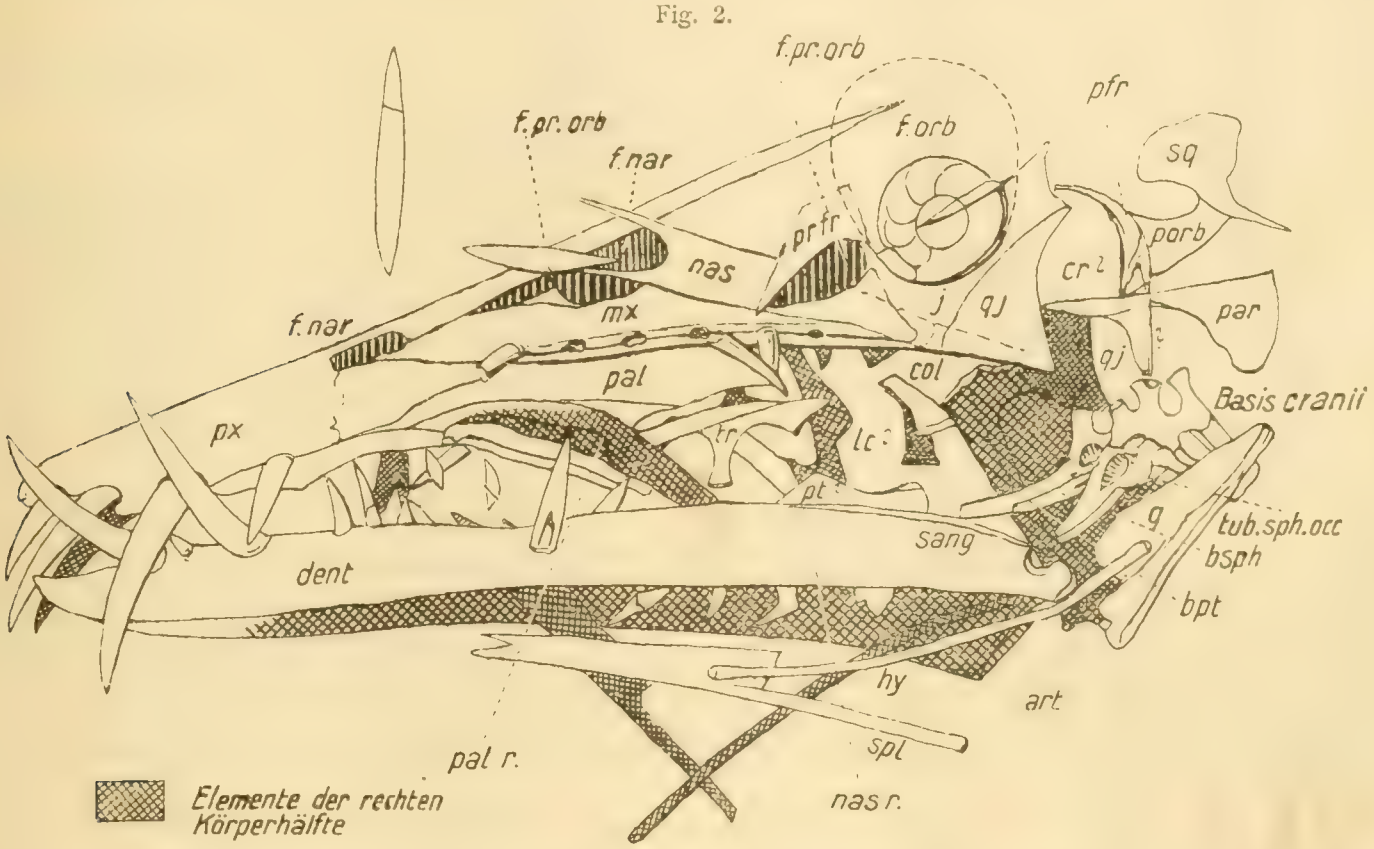
I. Der Schädel.

Der Schädel ist ziemlich stark zerfallen und seine Teile sind gegeneinander verschwemmt; es fehlt die obere und rückwärtige Cranialpartie. Nach Bruch des vorderen Teiles des Maxillare ist dieses nach oben geschoben, sodaß man unter ihm Teile des Gaumens sieht, dessen Elemente ebenfalls außer Zusammenhang geraten sind; die Kiefergelenksregion ist nach abwärts gerutscht; die Unterkieferäste sind in normaler Verbindung und man sieht sie etwas von unten, sodaß der Symphysenbeginn unklar wird.*)

1. Die Knochen des Schädeldaches.

Vorhanden sind: ***Praemaxille,*** deren oberer Fortsatz, welcher das *Frontale* treffen soll, spießartig in die *Orbital*-Region gedrungen ist; er ist das kräftigste Facialelement, war beim Fluge und

Fig. 2.



Schädel von *Dorygnathus banthensis* (Wiener Exemplar in nat. Gr.); schraffiert sind die Elemente der rechten Körperseite; Abkürzungen siehe unten.

Nahrungserwerb stark beansprucht, und bei den Exemplaren der verschiedenen Arten am häufigsten gut erhalten. Leider ist die vordere Nasenöffnung, die von der *Px.* zum Teil umgrenzt wird, zerdrückt und

---

*) **Verwendete Abkürzungen:**

Px = Praemaxille (Praemaxillare)	*Prorb* = Praeorbitale	*Col* = Columella
Mx = Maxille (Maxillare)	*Porb* = Postorbitale	*Tr* = Transversum
Nas = Nasale	*Sorb* = Supraorbitale	*Pal* = Palatinum
J = Jugale	*Par* = Parietale	*vo* = Vomer
Qu = Quadratum	*F. orb* = Foramen orbitale (orbita)	*d, Dent* = Dentale
Qj = Quadratojugale	*F. occ* = » occipitale	*Cor* = Coronoideum
Sq = Squamosum	*F. pro* = » prooticum	*Art* = Articulare
Lc = Lacrimale	*F. tp. s.* = » temporale superius	*Spl* = Spleniale
Fr = Frontale	*F. tp. i.* = » » inferius	*Ang* = Angulare
Prfr = Praefrontale	*Pt* = Pterygoid	*Sang* = Supraangulare.
Pfr = Postfrontale	*Bpt* = Basipterygoid	
Orb = Orbitale	*Psph* = Parasphenoid	

sowohl Lage wie Umfang sind unscharf geworden. Das ***Mx.*** ist in der vorderen Partie, wie erwähnt, gebrochen; von der Bruchstelle nach rückwärts bis zum Anschlusse des *Jugale* ist das *Mx.* vollständig und bildet einen breiten und kräftigen Kieferrand längs der langen *Praeorbital*-Öffnung.

Das linke ***Nasale*** ist in der distalen Partie gut erhalten, während es proximal in der Richtung gegen das *Quadratojugale* unter verschiedene Deckknochen gerutscht ist; der Umriß ist dort noch zum Teil zu sehen. Der untere ovale Ausschnitt deutet auf ziemliche Größe der Nasenöffnung, während seine spitzen Randstücke die Form eines dornartigen Trennungsstückes zwischen *Mx.* und den *Nares-Praeorbital*-Öffnungen bedingt. Ein Teil des rechten *Nas.* liegt in der Gaumenregion.

Das ***Jugale*** nimmt ein kurzes Stück teil am Kieferrand, bildet die ganze untere Umgrenzung des *Orbitale* und den größten Teil der *Orbital-Praeorbital* Brücke; es dürfte hier in eine Spitze auslaufen um den Einschub des *Lacrimale* zu gestatten und ist nach rückwärts in eine schmale Spange ausgezogen, welche das *Postorbitale* vom *Quadratojugale* trennt und in die Tiefe der unteren *Temporal*-Öffnung in unbekannter Form ausläuft.

Das ***Quadratojugale*** nimmt ebenfalls am Kieferrande teil; es ist ein relativ großer, dreieckiger Knochen mit verstärkten Rändern, abgerundeter vorderer *Jugal-* und abgestumpfter *Quadratum*-Spitze; es bildet fast die ganze vordere Umgrenzung der Schläfenöffnung.

Beide ***Quadrata*** sind bei unserem Exemplare gegeneinander gerutscht, sodaß vom linken der Außenrand und die temporale Innenseite, von rechts die Gaumenseite zu sehen ist. Der Außenrand ist kräftig verdickt; sein oberes Ende hat eine, nach außen gerichtete Gelenkfläche für die Streptostylie, welche eine Bewegung am Unterrande des *Squamosum*, respektive eine begrenzte Bewegung des *Quadratums* unter das *Squamosum* gestattete. Das untere Gelenkende ist als Kiefergelenk kräftig verdickt mit anschließender Grube für den Angularrand des Unterkiefers. Der schalenförmige innere (Temporal) Teil des *Qu.* hat vielleicht keine natürliche Umgrenzung; hier sieht es aus, als wenn es sich gegen das *Squ.* stark verjüngen würde.

Squamosum und ***Postorbitale*** bilden den schmalen Schläfenbogen. Das *Squ.* ist jener breitgerundete Knochen, der auf der Platte ziemlich isoliert rechts auswärts liegt und dessen spitzer Fortsatz nach rückwärts zielt. Er schließt sich im Schädel an den temporalen *P. orb.*-Fortsatz an; das breitere, dem Augenrande anliegende Stück bildet zusammen mit dem sich nach oben anschließenden *P. fr.* ein einheitliches, nach rückwärts konvexes Stück. Dies wäre die Erklärung für die fast stets bei *Rhamphorhynchen* zu beobachtende Tatsache, daß nie ein, vom *P. orb.* abgetrenntes *P. fr.* auftritt.

Im Vorangehenden wurde als Bezeichnung des, mit dem *Squ.* die Schläfenbrücke bildenden Knochens »*Postorbitale*« festgehalten. Ein eigentliches *P. fr.*, durch Naht vom *P. orb.* abgetrennt, so wie wir es bei *Hatteria* am oberen Augenrande finden, und ähnlich bei vielen rezenten und fossilen Reptilien ebenso wie bei Stegocephalen, ist bei den Pterosauriern anscheinend nicht zu sehen. Ich vermute aber, daß dies in erster Linie durch den Erhaltungszustand derselben bedingt ist; gerade die hintere Cranialpartie ist infolge der großen *Temporal*-Lücken besonders leicht gebaut gewesen und ein Herausfallen des vielleicht kleinen *Postfrontal*-Stückes ist leicht möglich. Der Fall aber, welcher beim Wiener Exemplare klar zu beobachten ist, daß *P. fr.* und *P. orb.* fast zu einem Stücke verschmelzen, dürfte bei Pterosauriern häufig auftreten, sodaß man im Zweifel ist, ob man jenes Stück *Postorbitale* oder *Postfrontale* nennen soll, es ist tatsächlich ein *P. orb.* + *P. fr.* (Altersmerkmal?). Ganz im Allgemeinen gesprochen ist es eine ziemlich offene Frage, ob jenes Schädelelement als *P. fr.* oder *P. orb.* zu deuten sei. Bei C. B. Brühl (Zootomie aller Tierklassen, 1886) findet sich (Taf. 148, 149) die Bezeichnung *Pfr. 1* und *Pfr. 2*; bei Gegenbauer (Vergleichende Anatomie etc. 1898, p. 386) ist als der primäre Knochen das *P. fr.* bezeichnet, zu dem als Hautknochen das *P. orb.* tritt, welches mit dem *Squ.* die Schädelbrücke bildet. In Bronn (Klassen und Ordnungen etc.) bezeichnet Hoffmann (Reptilien, Bd. VI, 2, p. 570) den betreffenden Knochen als »*P. fr. sive P. orb.*«; Howes and Swinnerton 1901 (Taf. IV, Fig. 4, 5, 8) haben für ihn ebenso

wie Gaupp und Siebenrock[1] die Bezeichnung *P. orb.*, nur Osawa 1898 nennt ihn p. 500 *Jugale superius* und Günther 1867 ebenso wie schon Stannius *Quadrato jugale.*[2] Aus all dem resultiert, was seinerzeit schon Owen angegeben hatte, daß wir es mit zwei besonderen Schädelelementen zu tun haben, und jenes die Schläfenbrücke vorne beendende Stück als *P. orb.* zu bezeichnen ist.

2. Die Knochen der Unterseite.

Die Schädelbasis ist auffallend gut erhalten und liegt auf der Platte zwischen den distal übereinanderliegenden *Quadrata*. Man sieht von oben in die Höhlung hinein und gewissermaßen durch das *Foramen occipitale* hindurch; die Streben der rechten Wandung stehen empor, die linken sind herabgedrückt durch das linke *Quadratum*. Vorne treten die kräftigen *Basipterygoide* (Gelenkabrundung, Streptostylie!) weit auseinander, das spießförmige *Parasphenoid* ist an das rechte *Bpt.* angelegt. Die beiden ersten Streben umschließen das *Foramen prooticum*, die zweiten und dritten den hinteren *Ampullenraum*. Die weiteren Details, speziell die *Hypophysen*-Grube und *Carotis*-Durchtrittslöcher lassen sich wohl ahnen, sind aber sonst verlegt und unsicher. In der Gaumenhöhlung liegen, aus dem normalen Verbande gelöst und durcheinander geworfen, die Elemente des, anscheinend sehr leicht gebauten Gaumens.

Vor dem oberen Gelenkkopfe des linken *Qu.* liegen die ***Columella*** von rechts und links; sie sind kräftig gebaut und leicht nach vorne gebogen. Vor ihnen liegt ein kräftiges, zirka 2 *cm* langes, geradegestrecktes Knochenstück, unter dem ein bogig begrenztes, gegen den Unterkiefer gerichtetes Stück hervorkommt und über dem ein ähnlich geformtes Stück gegen den Oberkieferrand gerichtet ist und bald unter einer größeren Platte verschwindet. Diese beiden Stücke sind als ***Transversa*** zu bezeichnen; die größere Knochenplatte ist das linke ***Palatinum***, ein Stück des rechten liegt schräg unter demselben.

Eine größere Anzahl von Fragmenten schmaler Knochenbrücken liegt im Raume zwischen Ober- und Unterkiefer, welche sich nicht weiter deuten lassen, bis auf zwei Stücke, die wegen ihrer Gestalt vielleicht als rechtes *Nas.* und rechtes *Lc.* aufzufassen sind; sie liegen unter und rechts von dem, oben als *Tr.* bezeichneten Knochen. Außerdem liegen hier noch 2 kleinere, aus dem Oberkiefer stammende und 2 etwas längere, dem Unterkiefer angehörende Zähne.

3. Die Knochen des Unterkiefers.

Die Länge desselben von der Spitze bis zum Gelenkkopfe beträgt 119 *mm*. Der Erhaltungszustand ist derart, daß man die beiden Unterkieferäste, welche in der Symphyse noch fest verbunden sind, etwas von unten sieht, sodaß von links die Außenseite, von rechts ein Teil der Innen- und der Unterseite frei liegt. Die allgemeine Form ist leicht geschwungen; der kahnförmige Vorderteil etwas nach abwärts gebogen, die Spitze liegt unter dem zweiten *Px*-Zahn und ihre untere Begrenzungslinie ist ziemlich geradlinig. Die Gelenksregion ist im *Articular*-Fortsatze gerundet und kräftig; dann folgt die kleine Gelenksgrube für das *Quadratum* mit seitlichen äußeren Verstärkungen und einer leichten Aufwölbung in der *Supraangular*-Partie; in der rückwärtigen Rachenpartie (ungefähr in der Höhe

---

[1] F. Siebenrock (Kopfskelett der Scincoiden. Ann. d. Nat. Hofm. Bd. VII, 1892) gibt hingegen an, daß bei jungen Scincoiden *Pfr.* und *Porb.* getrennt, bei alten Individuen verschmolzen sind.

[2] Boas behandelt in seiner interessanten Arbeit über die Schläfenüberdachung und das Palatoquadratum usw. bei Dipnoern und terrestren Wirbeltieren (Morph. Jahrb. Bd. 49, 1914, p. 229) nur Auftreten, Variation und Verschwinden des Temporalbogens bei den verschiedenen Tierklassen als Ganzes, nicht aber jene Knochenelemente, welche ihn primär oder sekundär zusammensetzen.

des *Mx.*-Endes im Oberkiefer) erreicht der Unterkiefer die größte Breite, verjüngt sich dann zusehends und verstärkt (oder verflacht?) sich erneut im letzten vorderen Drittel; das Vorderende ist schräg abgestutzt. Von den Elementen des Unterkiefers ist das große *Dentale* auch in seiner rückwärtigen Umgrenzung gut zu sehen; das *Supraangulare* bildet die Oberkante dort, wo sich der Rand von der dicksten Stelle gegen die Gelenkpfanne herabzieht; ein *Coronoid* scheint zu fehlen. Das *Articulare* ist eine relativ große Knochenplatte mit der Gelenkpfanne für das *Qu.* Unter ihm schiebt sich ein schmales Stück des *Angulare* auf die Außenseite vor, die untere Begrenzung des Unterkiefergelenkkopfes bildend. Die beiden *Spleniale* sind herausgefallen und liegen gekreuzt unterhalb des Kiefers; sie stellen eine dünne Knochenlamelle dar, mit einer langen unteren, soliden, stabförmigen Kante. Inwieweit die Begrenzung des breiten *Spl.*-Teiles natürlich oder zufällig ist, läßt sich nicht ausnehmen. Sicher ist der Unterkiefer sehr leicht gebaut gewesen und deshalb durch Druck besonders im vorderen Drittel verändert.

4. Die Bezahnung.

Sie ist im Großen und Ganzen gut erhalten. Nur sind die starken vorderen Zähne im Unter- und Oberkiefer alle mehr oder weniger aus den Alveolen des leicht gebauten Kiefers herausgedrückt, sodaß sie auf den ersten Blick eine unnatürliche Länge besitzen. Sie haben einen querovalen Durchschnitt. Die *Px.* trägt, wie bei den meisten *Rhamphorhinchen*, 4 *Px.*-Zähne, von denen der erste und vierte fast gleich groß sind, während der dritte der stärkste Zahn des Gebisses ist. Die *Px.*-Zähne stehen im Kiefer hart randlich, welcher dann wulstige Verdickungen bekommt; der erste *Mx.*-Zahn hat noch eine ähnlich randliche Stellung, entspricht auch an Größe dem vierten Zahne und sitzt unterhalb der *Nares*-Öffnung; etwas kleiner ist der folgende sechste und wieder kleiner der siebente Zahn, der schon unter die *Porb.*-Öffnung zu stehen kommt; dann folgt eine Lücke und die, bedeutend kleineren, 4 weiteren *Mx.*-Zähne, deren letzterer unter dem hinteren *P. orb.*-Rande herauskommt. Sie stehen gegen die Kiefermitte zu und prägen sich daher am Kieferaußenrande kaum mehr durch eine Verdickung aus; ihre Alveolen sind längs des Nervenkanales gereiht. Der Oberkiefer trägt also jederseits 4 *Px.*- und 8 *Mx.*-Zähne, im Ganzen 12 Zähne.

Im Unterkiefer fallen zwei außerordentlich lange Zähne auf; sie wurden ebenfalls aus den Alveolen herausgedrückt und sind in normaler Kieferstellung erheblich kürzer gewesen. Der erste war stark nach vor gerichtet und ließ eine zahnlose Spitze frei; dann folgen zwei ähnlich große, mehr nach aufwärts gerichtete Zähne (der rückwärtige ist ausgefallen). Diese drei vorderen Zähne besitzen ebenfalls Kieferrandwülste und dann folgen, kleiner werdend und in wechselnden Entfernungen gestellt, neun weitere, sodaß der Unterkiefer im ganzen 12 Zähne, so wie der Oberkiefer besaß.

Hier ist wohl der geeignete Platz, um jene Schädelreste von *Dorygnathus* zu besprechen, welche in der Literatur bisher Erwähnung gefunden haben und in der Einleitung kurz erwähnt wurden. Zuerst der Unterkiefer, den Theodori[1] aus der Lokalsammlung von Banz beschrieben hat. Damals war nur aus dem englischen Unterlias, der durch Buckland (Geol. Transact. II. Ser. Vol. 3, 1829) beschriebene *Pterodactylus macronyx* bekannt gewesen, mit dem Theodori den Banzer Fund nicht identifizieren wollte, im Gegensatze zu H. v. Meyer und Quenstedt. Von letzterem rührt auch die Angabe her, der Banzer Unterkiefer stamme aus dem Oberlias von Kleinhereth bei Banz. Erst 1852[2] bildete Theodori jenen Unterkiefer ab (Taf. I, Fig. 1—3). Er ist zum Teil verdrückt und der rechte Ast gebrochen. Die Symphysenregion ist

[1] Isis, 1831, p. 276; Frorieps »Notizen« Bd. XIX, Nr. 623, p. 101, 1830.

[2] Die Literaturzitate sind derart gegeben, daß im Text nur die Jahreszahl steht, nach welcher die Arbeit selbst im Literaturverzeichnis zu finden ist.

breit und nach vorne schwertförmig ausgezogen; der vordere Kieferteil ist zahnlos; dann folgen drei Paare Alveolen für starke Zähne mit kräftigem Randwulste, deren erstes Paar schräg nach vorne außen stand, das zweite und dritte war mehr nach aufwärts gerichtet. Die weiteren (?) elf Paar Kieferzähne waren erheblich kleiner und untereinander an Größe verschieden.

Im Allgemeinen stimmt die Gestalt dieses Unterkiefers gut mit jenem des Wiener Exemplares überein, nur scheint nach Theodoris Abbildung, Fig. 3, die vordere Spitze breit und schräg-meißelförmig gewesen zu sein und sich dadurch von unserem Exemplare etwas zu unterscheiden. Weitere Unterschiede bietet die Anzahl der rückwärtigen Zähne. Auf diese möchte ich aber nur geringes Gewicht legen, denn es wäre möglich, daß auch beim Wiener Exemplare im rückwärtigen Unterkieferteile noch ein oder zwei Zähne standen, aber herausgefallen sind und deren Alveolarrand wegen der Seitenstellung nicht mehr sichtbar ist. Die Kieferlänge des Banzer Exemplares ist erheblich größer (130 gegen 119 *mm*) und schließlich können ja auch Geschlechtsunterschiede hier maßgebend sein. Es macht auch ganz den Eindruck, als wenn das Berliner Exemplar[1] eine größere Anzahl rückwärtiger Unterkieferzähne besessen hätte als wir beim Wiener Exemplare finden oder zu finden vermeinen.

Im Jahre 1856 veröffentlichte Oppel (Württ. Jahresh., p. 326) eine kurze Mitteilung über den Fund eines Unterkiefers aus dem Posidonienschiefer von Boll (heute in der Münchener Staatssammlung), welchen er mit der Banzer Art identifizierte. Plieninger hat erst 1907 (Pterosaurier der Juraformation Schwabens, p. 226, Fig. 5 *a — c*) eine Abbildung von ihm gegeben und sich der Oppel'schen Auffassung angeschlossen. Dieses Boller Exemplar ähnelt dem Banzer Fragmente, ist aber größer als dieses, besitzt nach Oppel eine Länge von 172 *mm* (ich finde bestenfalls nur 162 *mm*); es hat ebenfalls eine breit-meißelförmige Kieferspitze, nach dem Spitzenfragmente zu schließen; wir finden eine breite Symphyse mit starken Kanten und Randwülsten an den mächtigen drei vorderen Zahnalveolen, denen nach rückwärts noch neun kleinere Alveolen folgen; die Zähne selbst sind auch hier ausgefallen.

Einen dritten Fund bildete H. v. Meyer (Fauna d. Vorw., p. 88, Taf. VIII, Fig. 3—5) aus dem wahrscheinlich ebenfalls Oberlias der Bayreuther Umgebung ab. Es handelt sich nur um die Unterkieferspitze samt Symphyse, welche ebenfalls nur die leeren Alveolen aufweist. Auch dieses Fragment besitzt den Typus der anderen beiden Stücke und unterscheidet sich weiter durch die Meißelgestalt der Spitze von dem kahnförmigen Vorderende des Wiener Exemplares, welche auch das Berliner Exemplar nicht zu haben scheint.

Wenn wir nun alle 5 Exemplare überblicken, von denen wir den Unterkiefer ganz oder fragmentarisch kennen gelernt haben, dann haben 4 davon den gleichen Typus durch die Form der Kieferspitze, der Symphysen, der großen drei vorderen Zähne mit groben Randwülsten und der enger gestellten rückwärtigen Zähne, während das Wiener Exemplar allein von diesem Typus durch die Form der Unterkieferspitze abweicht, hingegen in den anderen Merkmalen mit jenen Exemplaren übereinstimmt. Diese Abweichung gibt zu denken. Wir kennen bisher nur 2 *Rhamphorhynchiden*-Genera aus dem süddeutschen Oberlias: *Dorygnathus* und *Campylognathus*. Letzterer kommt durch die andere Anordnung, besonders der Durchbrechungen u. A. für eine Identifikation gar nicht in Betracht, weshalb *Dorygnathus* allein verbleibt. Sollten wir nach der Kieferspitzenform allein eine andere Art vermuten müssen? Ich glaube, diese Frage verneinen und eher annehmen zu sollen, daß beim Wiener Exemplare durch eine leichte seitliche Drehung und darauf folgende Verdrückung das Merkmal der meißelförmigen Kieferspitze mehr verwischt worden sei, und daß alle 5 Exemplare nur einer einzigen Art angehören.

---

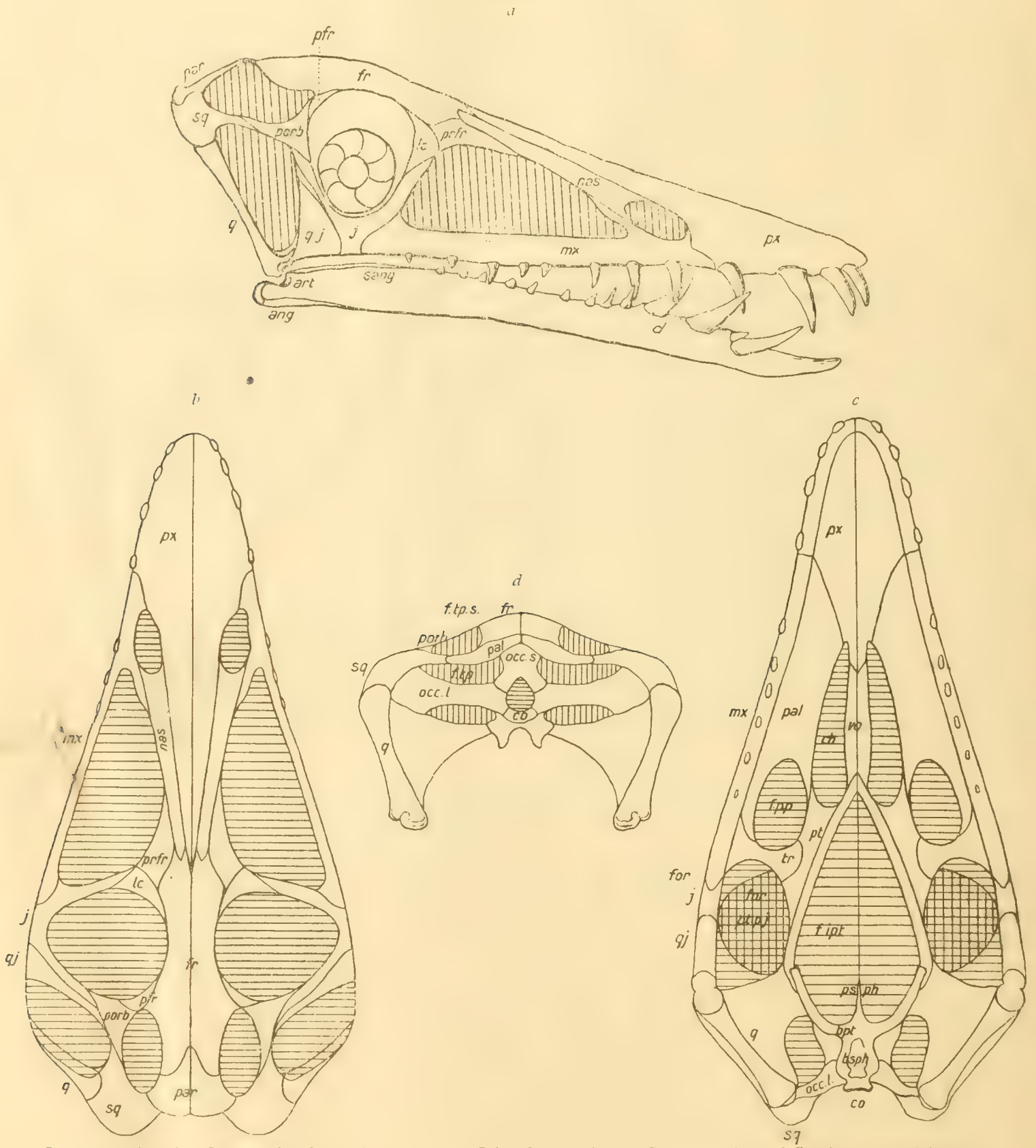
[1] Vgl. Einleitung p. 3.

5. Rekonstruktion des *Dorygnathus*-Schädels.

(Fig. 3.)

Der Vergleich des Wiener *Dorygnathus*-Schädels mit jenem des Berliner Exemplares und das Studium der einzelnen Schädelknochen gestatten eine Rekonstruktion, welche wir in Fig. 3 *a—d* bringen. Höchstwahrscheinlich wird auch sie, trotzdem sie mit größter Sorgfalt hergestellt

Fig. 3.



Rekonstruktion des *Dorygnathus*-Schädels. *a* von der Seite, *b* von oben, *c* Gaumenansicht, *d* Cranium von rückwärts. Abkürzungen vgl. p. 5. Etwas verkleinert: (Arthaber 1917).

wurde, mit einem, vielleicht später auftauchenden unverdrückten Exemplare im Detail nicht übereinstimmen, denn die bekannte Klage von Eduard Suess: »Wie sonderbar doch die Natur unseren

Voraussetzungen widerspricht« gilt für jedes naturgeschichtliche Objekt. Unterschiede bestehen auch mit dem oben genannten Exemplare selbst, die vielleicht durch Alters- oder Geschlechtsdifferenzen oder auch durch verschiedenen Grad der Verdrückung bedingt sind. Da wir natürlich von diesem Stücke keine Abbildung bringen dürfen, wäre es müßig, die Unterschiede zu besprechen; es soll nur auf die anscheinend abweichende Bezahnung, auf die Form des Ober- und Unterkiefers sowie auf das, vielleicht andere Größenverhältnis einzelner Knochen der Cranialpartie hingewiesen werden.

Der allgemeine Umriß des Schädels dieses liasischen *Rhamphorhynchiden* ähnelt am ehesten noch dem liasischen *Campylognathus Zitteli* Plieninger (1894 l. c.), Fig. 8, wenngleich die Form des Hinterhauptes, Schwung des Oberkiefers in der *Px.*-Partie, Gestalt und Lage der Schädelöffnungen, des Unterkiefers und die Art der Bezahnung etc. deutlich verschieden ist. Charakteristisch ist die massive *Px.* des sonst schlanken Schädels von außerordentlich leichter Bauart mit großen Öffnungen und schmalen Knochenbrücken. Das Berliner Exemplar besitzt anscheinend breitere Knochenbrücken, eine sonderbare Spitze in der Frontalregion, ein auffallend abgestutztes Hinterhaupt, aber ähnlich geformte Durchbrechungen.

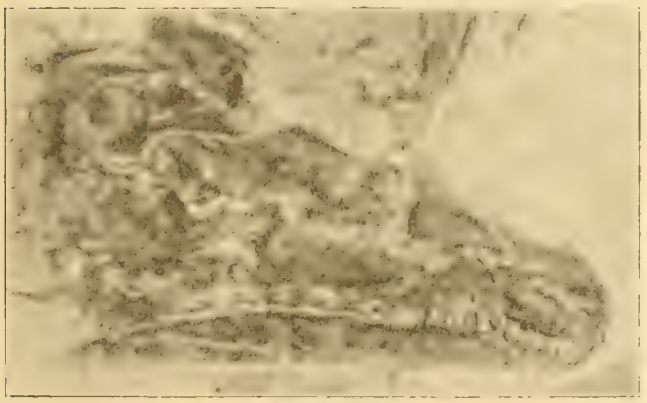
Unsere Fig. 3 *b* zeigt die Ansicht von oben. Die seitliche Schädelwölbung läßt sich aus keinem Kennzeichen folgern, weshalb die Größe der Schädelknochen allein für das Rekonstruktionsbild entscheidend ist. Dasselbe gilt für die Ansicht des Gaumens (Fig. 3 *c*). Wir fanden langgestreckte, mäßig breite *Pal.*, kräftige *Bpt.* und *Tr.*, sowie schlanke, als *Pt.* zu deutende Knochenspangen, aus denen wir nach dem gleichaltrigen *Parapsicephalus* (*Scaphognathus) Pourdoni* Newton sp. (1889 siehe später) auf die hier angenommene Gaumengestalt schließen dürfen. Sie entspricht im leichten Bau gut jenem des Oberschädels. Hypothetisch ist auch die Ansicht des Schädels von rückwärts (Fig. 3 *d*), deren Vorbild ebenfalls das unverdrückte Exemplar aus dem englischen Lias gewesen ist.

Wir haben absichtlich, trotz der vorhandenen Unsicherheiten, diese Rekonstruktionsbilder des *Dorygnathus*-Schädels gegeben, um eine räumliche Vorstellung vom Aussehen desselben zu erleichtern.

6. Rekonstruktionen der Schädel von Rhamphorhynchoideen und Pterodactyloideen.

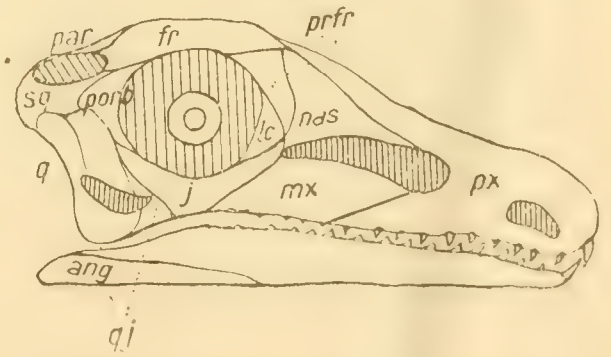
Dieselben Gründe waren auch maßgebend für die im Folgenden teils reproduzierten, teils nach Abbildung und Textangaben angefertigten Rekonstruktionsbilder der wichtigsten Pterosauriertypen,

Fig. 4.



Photographische Reproduktion des Schädels von *Tribelesodon longobardicus* der oberen Mitteltrias; in nat. Gr.

Fig. 5.



Rekonstruktion desselben von Arthaber 1917.
Abkürzungen vgl. p. 5.

soweit sie für einen Vergleich in Betracht kommen. Die Figuren wurden, um die Vorstellung zu unterstützen, alle auf gleiche Größe gebracht, trotz der Nachteile, welche dieser Vorgang in anderer Hinsicht bieten mag.

a) Tribelesodon Bassani (1886), Mitteltrias.

(Fig. 4 und 5).

Der älteste bisher in größerer Vollständigkeit bekannte Flugsaurier stammt aus der lombardischen Mitteltrias, aus den Kalkschiefern von Besano, die auch als Perledoschiefer bezeichnet werden. Er ist weder abgebildet noch ausführlich beschrieben worden, nur Bassani (1886) hat diesen Fund (p. 25) als *Tribelesodon longobardicum* nov. gen. nov. spec. mit einigen Worten kurz charakterisiert. Er befindet sich gegenwärtig im Museo Civico in Mailand. Es liegt eine von Franz Baron Nopcsa mir übergebene Photographie vor. Leider ist das Stück selbst sehr schlecht erhalten und eine Rekonstruktion des Schädels infolgedessen ganz unsicher, weshalb ich in Fig. 5 diese neben die Originalphotographie in deren Größe stelle. Es handelt sich um ein kleines Exemplar mit der Schädellänge von zirka 60 *mm*, das sich durch auffallende Größe der *Px.*, Kürze der *Mx.*, welche auch bei *Dimorphodon* noch vorkommt, und durch Größe des *Nas.* sowie der *Orbita* auszuzeichnen scheint. Die *Nares* liegen weit vorne und ihre Öffnung ist sehr klein; das Hinterhaupt ist ganz zerstört.

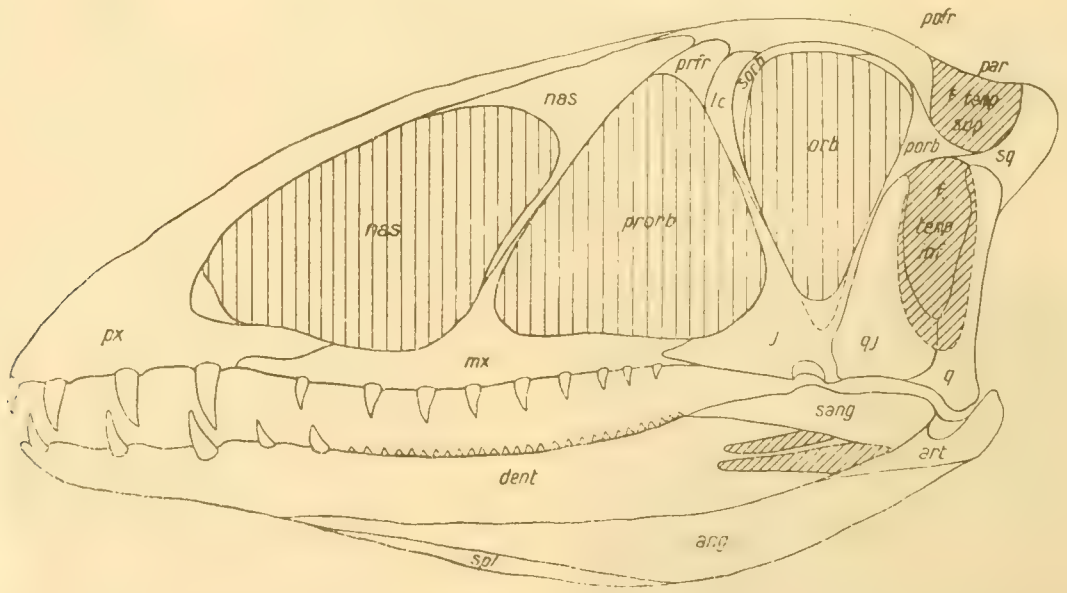
Vergleichen wir damit die Rekonstruktion des Schädels von *Anchisaurus colurus* Marsh., welche v. Huene (1906, Fig. 2) gibt, so fallen, abgesehen von der fast doppelten Größe der nordamerikanischen Form, immerhin einige Ähnlichkeiten auf: z. B. die relative Größe der *Orbita,* tiefe Stellung des *Lc.*, die kleinen *Nares*, die plumpe Schnauze, vielleicht auch die nur wenig differenzierte Bezahnung des Oberkiefers etc.; hingegen scheint der Unterkiefer des *Tribelesodon* ganz pterosaurierartig gewesen zu sein.

b) Dimorphodon Owen (1835), Englischer Oberlias.

(Fig. 6.)

Er tritt im unteren Lias von Lyme Regis (Dorsetshire) auf. Im Gegensatz zu jener von Owen[1] (Taf. XX) gegebenen, wurde diese Rekonstruktion neu angefertigt. Im Schädel zeigt

Fig. 6.



Dimorphodon macronyx Buckld., Unterlias von Lyme Regis, Dorsetshire, verkleinert. Owens Rekonstruktion, verändert von Arthaber 1918.

Ober- sowie Unterkiefer die ovale, breitgewölbte Form primitiver Reptiltypen, deren Anpassungsmerkmale sich im Großen und Ganzen vorerst auf die Gewichtserleichterung durch die Anlage unverhältnismäßig großer Durchbrechungen sowie schmaler Knochenbrücken zwischen ihnen

[1] Monograph of the fossil Reptilia of the liass. format.; Transact. London Pal. Soc. 1869, Part. III, p. 41.

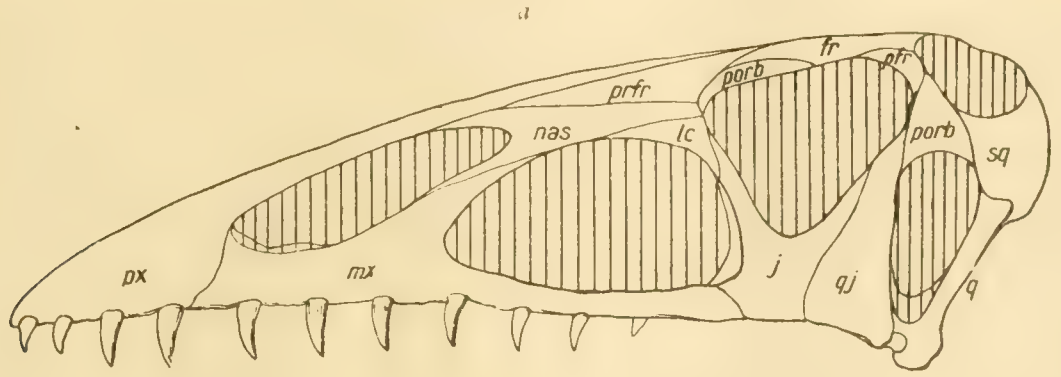
beschränken. Wir müssen uns den Schädel in der Hinterhauptsregion deshalb etwas verengt, eingezogen vorstellen, weil wir die untere Schläfenöffnung und Parietalregion nur perspektivisch verkürzt sehen; die Zähne sind auf *Px.* und *Mx.* schon deutlich differenziert; der Unterkiefer ist in ganz primitiver Form noch breit und war, wie die Durchbrechungen für den Meckel'schen Knorpel anzeigen, leicht gebaut. Nach vorne verjüngt er sich stark und trägt drei weitgestellte größere, zwei kleinere Zähne und dann noch eine große Anzahl kleiner Zähnchen.

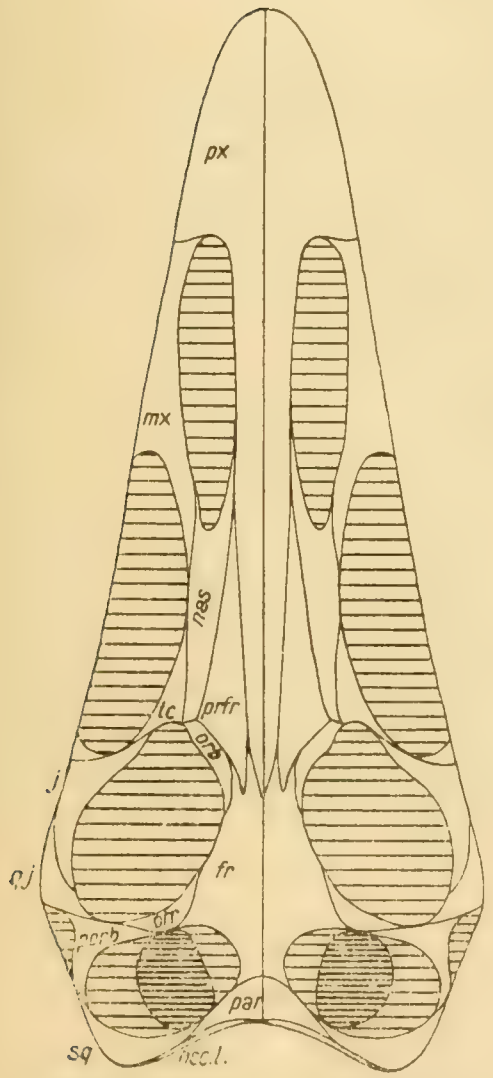
c) Parapsicephalus Arth. (1918), Englischer Oberlias.

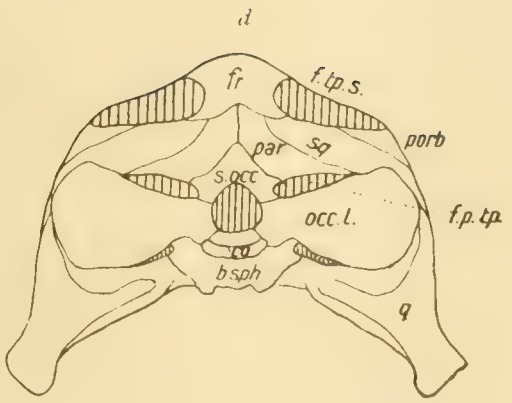
(Fig. 7 *a—d.*)

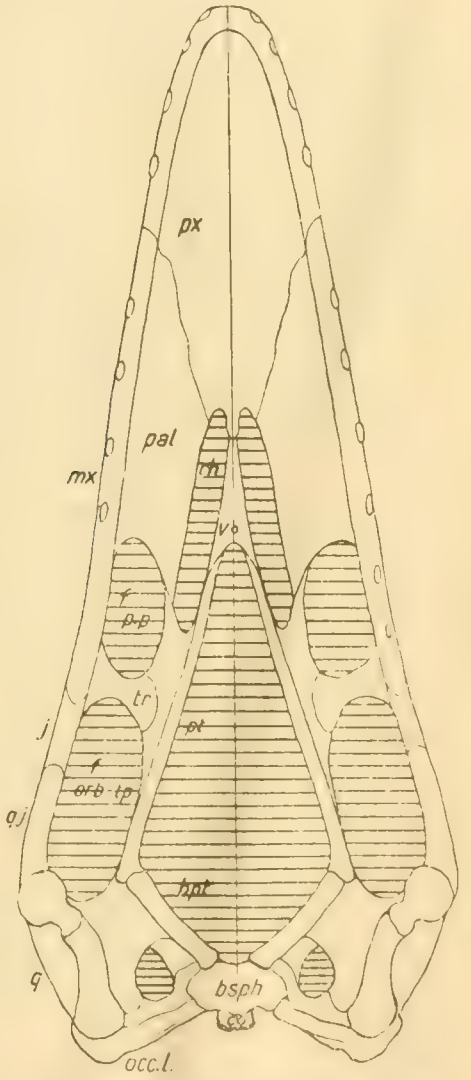
Plieninger (1894, p. 220, hatte zuerst die Ansicht ausgesprochen, daß der oberliasische »*Scaphognathus*« *Pourdoni* Newton von dem Typus der Gattung *Scaphognathus (crassirostris*

Fig. 7.









Parapsicephalus Pourdoni Newton sp. *(prius Scaphognathus)* oberer Lias von Yorkshire; verkleinert. Newtons Rekonstruktion verändert von Arthaber 1916. *a* Profilansicht, *b* von oben, *c* Gaumenansicht, *d* Rückseite des Cranium; Abkürzungen vgl. p. 5.

Goldf. sp.!) sich in Einzelheiten unterscheide, ohne daß aber eine Abtrennung tatsächlich durchgeführt worden wäre. Ich gebe daher obigen Gattungsnamen und werde im folgenden kurz diese Unterschiede kennzeichnen.

Goldfuß hatte (1831, p. 63) als Erster den *Pterodactylus crassirostris* aus den Solnhofner Schiefern beschrieben; die Gesteinsplatte schnitt beim Becken ab, weshalb nicht bekanntgeworden war, ob diese Art einer kurz- oder längschwänzigen Form angehörte. H. v. Meyer hatte (1846, p. 1) für langschwänzige Flugsaurier mit Hornschnabelspitze die Gattungsbezeichnung *Rhamphorhynchus* gewählt und A. Wagner wies (1860, p. 505) die Goldfuß'sche Art dieser Gattung zu und nahm für sie sowohl einen langen Schwanz wie eine unbezahnte Schnabelspitze an. H. v. Meyer hatte unterdessen das schöne Bonner Exemplar einer Neubearbeitung unterzogen und gefunden (Fauna d. Vorw. p. 42), daß das Oberkieferende nicht *Rhamphorhynchus*-ähnlich in eine zahnlose Spitze auslaufe, sondern daß »die Zähne fast bis ans Ende reichen.« Deshalb trennte Wagner (1861, p. 518) im Jahre darauf diese Art von der Gattung *Rhamphorhynchus* ab und stellte für sie die Gattungsbezeichnung *Scaphognathus* auf, deren Typus also *Sc. crassirostris* ist. Im Jahre 1888 beschrieb dann Newton (p. 513) den Fund eines Flugsaurierschädels aus dem oberen Lias von Yorkshire (Whitby). Der vordere Teil des Oberkiefers fehlte zwar, allein Newton nahm ganz richtig eine ähnliche Gestalt und Bezahnung für dieselbe wie bei dem Solnhofner Exemplare an, glaubte aber, daß die tatsächlich vorhandenen Unterschiede nicht generischer sondern nur spezifischer Natur seien und nannte, trotz der großen Zeitdifferenz zwischen Oberlias und Tithon, seinen Fund *Scaphognathus Pourdoni*. Die bestehenden Unterschiede sind aber ganz anders zu bewerten als Newton dies getan hatte.

Der Schädelumriß ist flach gewölbt und noch recht ähnlich dem unterliasischen *Dimorphodon*, wenngleich er ihn an Länge übertrifft, während die Bauart des *Scaphognathus* eine andere ist, bei der wir nach der Abbildung H. v. Meyers (l. c., Taf. 5, Fig. 1) vielleicht auch einen Hinterhauptskamm annehmen müssen. Bei »*crassirostris*« ist die *Orbitale* die größte Durchbrechung, die *Praeorbitale* ist kurz, die *Nares* sind relativ klein und hochsitzend, bei »*Pourdoni*« ist hingegen die *Praeorbitale* die größte Durchbrechung, die *Nares* sind langgestreckt und recht groß, die *Orbita* stehen in bezug auf den Kieferrand und die *Praeorbital*-Öffnung erheblich höher als bei der Tithonform. Weitere Unterschiede: bei »*Pourdoni*« ist das *Prfr.* lang, fast bis an den *Nares*-Rand reichend und zwischen Schädelachse und *Nasale*, also einwärts desselben gelagert. Dadurch unterscheidet er sich von allen *Rhamphorhynchen*. Bei ihnen, ebenso wie bei »*crassirostris*«, liegt das *Nas.* zwischen *Prfr.* und der Schädelachse, bildet die obere Umgrenzung der *Praeorbital*-Öffnung und liegt somit auswärts des *Prfr.*; bei ersterem bildet das *Supraorbitale* z. T. den *Orbital*-Rand, das *Lc.* eine Strecke lang den Oberrand der *Praeorbital*-Öffnung und liegt dem *Nas.* an; bei letzterem sind beide Knochen von anderen Dimensionen und grenzen direkt aneinander. Das Gaumendach des »*Pourdoni*« liegt, wenn auch z. T. zerstört, vor; bei »*crassirostris*« läßt es sich bei der vorzüglichen Präparation und den verschiedenen Abbildungen unschwer rekonstruieren und zeigt dann, ebenso wie das Schädeldach, eine leichtere Bauart wie die liasische Form. Kurzum die osteologischen Beziehungen zwischen den beiden Formen aus dem englischen Lias *Dimorphodon* und *Parapsicephalus* sind entschieden engere als zwischen letzterem und dem Weißjura *Scaphognathus*, wenn man berücksichtigt, daß der Fazialschädel sich bei *Parapsicephalus* mehr streckt und infolge dieser Verlängerung auch die Knochenformen und Grenzen abändern.

Die Charakteristik von *Parapsicephalus* ist:

Flachgewölbter, gestreckter Schädel mit bezahnter, schlanker Schnauze. *Orbitale* von triangulärer Form, kleiner als das sehr tief sitzende *Praeorbitale*. *Nares* langgestreckt; *Praefrontale* lang, zwischen *Nasale* und *Praemaxillare* eingeschoben, *Supraorbitale* den Augenrand bildend, schließt an *Nasale* und *Praefrontale* an, *Jugale* und *Quadratojugale* breit und stark entwickelt, ähnlich *Dimorphodon*; nur 7 *Maxillar*-Zähne bekannt.

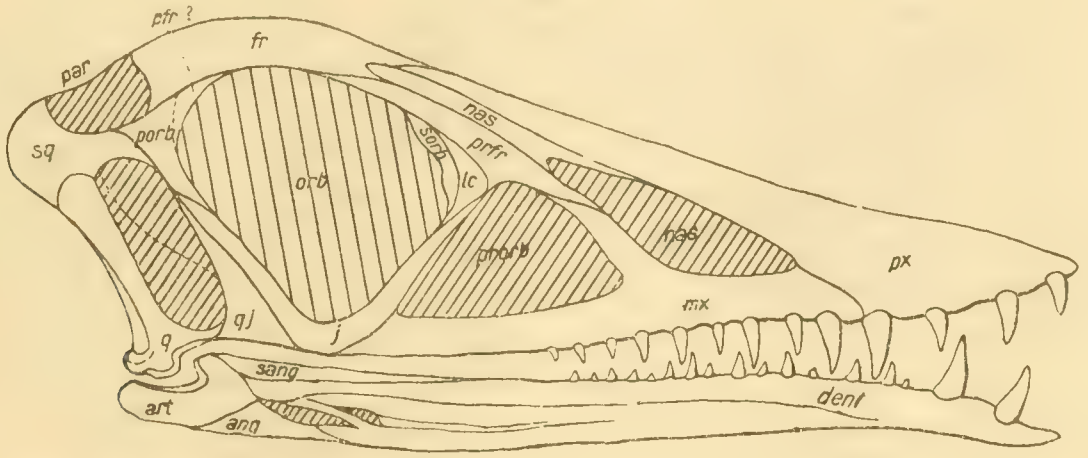
Die oben gegebene Rekonstruktion unterscheidet sich in einigen Punkten von der durch Huene (1914, p. 60) gegebenen Analyse. Er scheidet zwischen dem proximalen *Nares*-Ende und *Lc.* (Huene) = *Prfr.* (Autor.) ein Knochenstück aus, das er als *Septomaxillare* deutet. (l. c. Fig. 2 *c*). Dabei entsprechen sich diesbezüglich rechts und links der Schädelachse nicht, was für mich ein Beweis dafür ist, daß es sich nicht um Schädelknochen handelt, sondern nur um Zufälligkeiten der Erhaltung. Newton hatte dieselbe Platte als *Nasale* aufgefaßt und erhielt dadurch eine Gruppierung der *Prfr.*, *Nas.* und *Lc.*, die von der Anordnung dieser Elemente bei anderen Pterosauriern ganz abweicht. Für mich ist dieses *Nas.* (Newton) = *Septomaxillare* (Huene) nur das Distalende des *Nas.*, das durch einen Sprung in der Knochenplatte abgetrennt, vielleicht auch von größerer Knochenstärke war, und deshalb anders abwitterte.

d) Campylognathus Plieninger (1894), Schwäbischer Oberlias.

(Fig. 8.)

Für diesen oberliasischen Typus aus Holzmaden, der sich neben anderen Eigentümlichkeiten des Skelettbaues betreffs des Schädels von den anderen Gattungen, *Dimorphodon* und *Parapsicephalus*, ebenso wie von den Weißjuragattungen *Scaphognathus* und *Rhamphorhynchus* unterscheidet, hatte Plieninger (1894, p. 193) diese neue Gattungsbezeichnung aufgestellt. Die generischen Merkmale beziehen sich vorwiegend auf die Größenverhältnisse der Durchbrechungen und auf die Bezahnung. Plieninger faßte später (1907, p. 218) auch Quenstedts *Pterodactylus liasicus* aus dem Oberlias des Wittberges als Art dieses Genus auf. Leider ist der Schädel des Stuttgarter Originalexemplares stark verdrückt und daher eine Rekonstruktion nur unter Zuhilfe-

Fig. 8.



Campylognathus Zitteli Plien. Oberlias von Holzmaden, verkleinert; Abkürzungen vgl. p. 5.

nahme einer kleinen, von Huene (1914, p. 60, Fig. 3) gegebenen Abbildung des Pittsburger Exemplares vom gleichen Fundorte versuchbar, denn die von Plieninger selbst (1907, Fig. 2) gegebene Rekonstruktion ist für Vergleiche ungenügend.

Die neue Rekonstruktion unterscheidet sich von letzterer in erster Linie durch den Schädelumriß, Verhältnis von Höhe zur Länge, der Durchbrechungen untereinander und die Gestalt des Unterkiefers. Das Stuttgarter Exemplar (vergl. Plieninger 1894, Fig. 1) hat die *Px.* etwa in der Höhe der *Prorb.*-Öffnung etwas gegen unten gedrückt, was sich bis zu den *Nares* bemerkbar macht. Dies ergibt sich aus dem Vergleiche mit dem Pittsburger Stücke. Bestimmte Fixpunkte für die unverdrückte Gestalt des Schädels liefern ferner die *Nares* und die Augenbrücke, welche im unteren Teile vollständig erhalten sind, und gerade sie deuten eine erheblichere Größe der *Praeorbital*-Öffnung an, als sie einerseits Plieninger's Rekonstruktionsbild und Huene's Zeichnung des Pittsburger Stückes angeben. Die *Orbital*-Öffnung ist in ihrer Größe gegeben durch das vollständig erhaltene *Jugale* + *Lacrimale* und erscheint dann, falls der Schädelumriß auf Huene's Zeichnung richtig wäre, noch etwas größer als es Plieninger's Skizze annimmt. Die untere Begrenzung des *Fr.*, von *Nas.* und *Prfr.*, z. T. auch der *Px.*, ist natürlich nur Annahme und ergibt sich aus der Anordnung derselben bei anderen *Rhamphor-*

hynchiden. Dasselbe gilt von den Knochenelementen des Hinterhauptes, dessen Umriß wieder Huene's Zeichnung liefert. Der zweifelhafteste Punkt ist die Länge des Unterkiefers. Auf Huene's Zeichnung hat er die normale, bei allen *Rhamphorhynchiden* bemerkbare Länge im Verhältnisse zum Oberkiefer: wenn *Mx.* + *Px.* = 2 angenommen werden, dann ist die Unterkieferlänge = $2^1/_2$; wir finden dies Verhältnis auch auf Plieninger's Rekonstruktion (1907, Fig. 2). In der Originalabbildung desselben (1894, Fig. 1 und Taf. 19) ist das Verhältnis ein ganz anderes: das proximale Ende der *Mx.* sieht links von dem als »Mc. V.« bezeichneten Knochen hervor, wodurch der Kiefer eine große Länge bekommt. Diesem (= 2 angesetzt) entspricht eine Unterkieferlänge von nur $1^1/_2$, d. h. der Unterkiefer wäre viel zu kurz, umsomehr, als Plieninger (p. 205) angibt, daß ein Fortsatz für die Gelenkfläche an ihm fehlt. Somit wäre diesbezüglich mit abnormen, individuellen Eigentümlichkeiten gerade des Stuttgarter Exemplares zu rechnen, welche als generische Merkmale nicht in Betracht kommen.

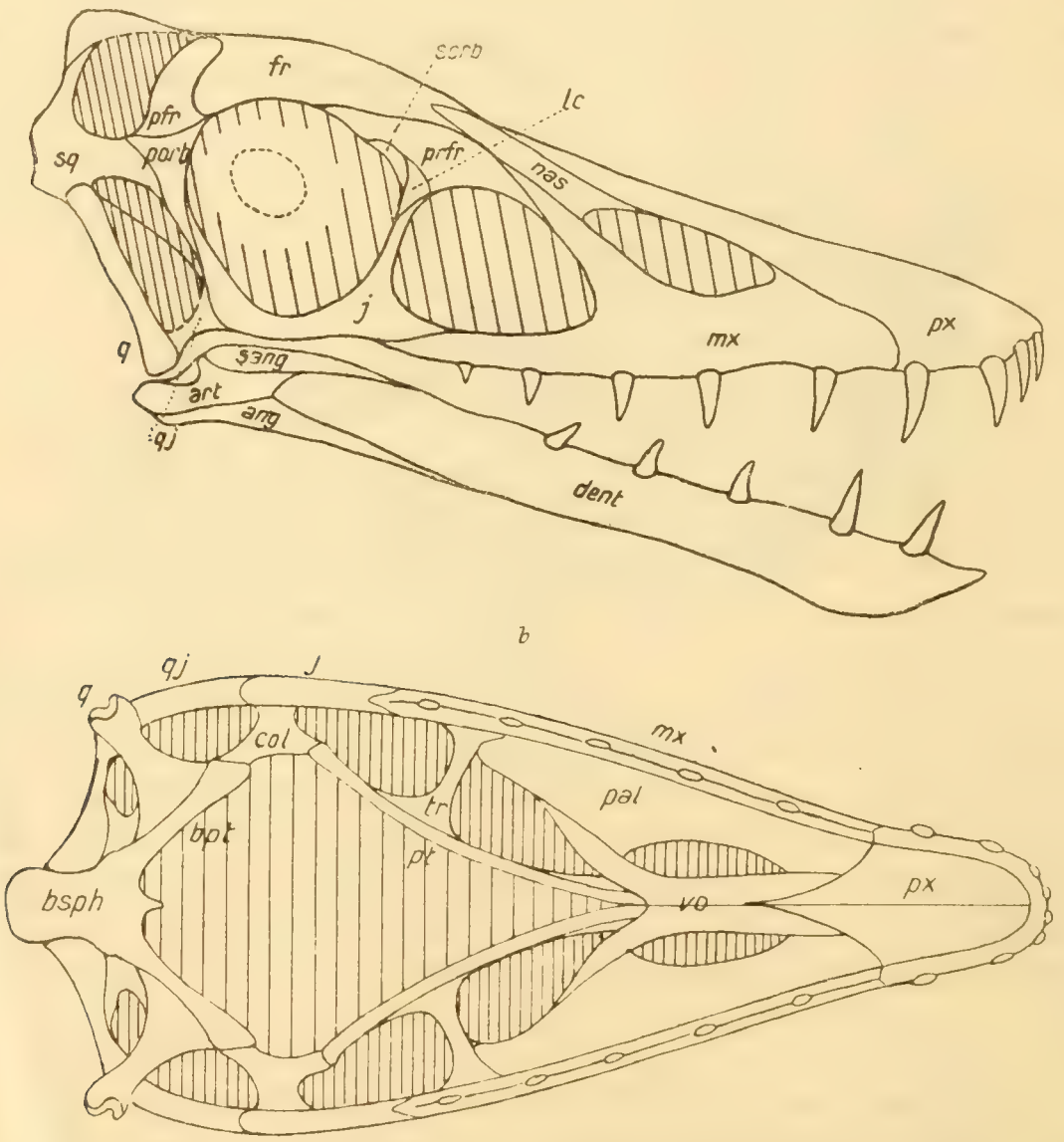
e) ***Dorygnathus*** **Wagner (1860).**

f) ***Scaphognathus*** **Wagner (1861), Tithon.**

(Fig. 9.)

Wie oben schon auseinandergesetzt worden ist, hatte A. Wagner (1861) diese Gattungsbezeichnung aufgestellt, deren Typus »*crassirostris*« Goldf. aus dem Solnhofner Schiefer ist. (Bonner

Fig. 9.



Scaphognathus crassirostris Goldf. sp., Ob. Jura, Eichstätt, Goldfuß' Rekonstruktion, verändert von Arthaber 1918; nat. Gr.; Abkürzungen vgl. p. 5.

Exemplar von Eichstätt?). Von ihm existieren zwei sehr gute Abbildungen, die eine von Goldfuß (1831, p. 63, Taf. 7—9) zugleich mit einer ersten Rekonstruktion und einem (siehe p. 2) interessanten

biologischen Bilde dieses Flugsauriers, die andere von H. v. Meyer (1860 Fauna d. Vorw. p. 40, Taf. 5, Fig. 1—3) herrührend, welche an Genauigkeit die erstere noch übertrifft. Wir sind also imstande eine Rekonstruktion des Schädels durchzuführen, bei welcher das am Originale fehlende unschwer und mit großer Wahrscheinlichkeit nach Vergleich mit nahe verwandten Typen ergänzt werden kann. Zu erwähnen wäre noch die von Heilmann (1916, Fig. 190 *A*) gegebene Rekonstruktion, welche mir den Eindruck des Schematischen wegen des Schädelumrisses, des *Jugale* etc. macht.

Die vordere Grenze des *Fr.* ist unklar. H. v. Meyer gibt nur an, daß sie den »Eindruck einer Naht« mache. Infolgedessen ist der Proximalteil von *Px.*, *Nas.* und *Fr.* nicht deutlich erkennbar. Ob das *Prfr.* jene gerundete Gestalt hat, wie nach Meyer, oder jene von Goldfuß gegebene, anzunehmen sei, ist ohne Besichtigung des Originales nicht zu entscheiden. Das fehlende *Postorbitale* ist sicher zu ergänzen und die Gestalt des *Jugale*, das abweichend von anderen hier nur den unteren und vorderen *Orbital*-Rand bildet, ist nach den übereinstimmenden Abbildungen H. v. Meyer's und Goldfuß, wohl ebenso sicher wie die hieraus sich ergebende des *Quadratojugale*, welches ebenfalls von anderen abweichend, hier den unteren Hinterrand der *Orbita* bildet. Es wäre denkbar, daß nach H. v. Meyer's Abbildung am Hinterhaupte ein kleiner, niederer Kamm anzunehmen sei.

Vom Unterkiefer ist sowohl der rechte als der linke Ast bekannt. Die bisherigen Rekonstruktionen verwenden stets den rechten gebrochenen und den linken vollständig erhaltenen, welchen Goldfuß (Taf. 9 *c*) sowohl wie Meyer (Taf. 5, Fig. 3) abbilden, nicht. Es sieht so aus, trotzdem H. v. Meyer dies in Frage stellt, als wenn der Unterkiefer einen hornigen Schuh auf der Unterkieferspitze getragen hätte; allerdings würde er am bezahnten Oberkiefer gefehlt haben und diese Beschränkung auf den Unterkiefer allein wäre ein Novum. Charakteristisch für *Scaphognathus* ist die spärliche Bezahnung: oben 9 zu 5 unten.

Die Gaumenpartie ist bisher noch nicht nach dem Stande unserer heutigen Kenntnis dargestellt worden. Seitdem aber das Gaumendach von *Parapsicephalus* (Newton, Taf. 77, Fig. 4) und von *Rhamphorhynchus* (A. Smith Woodward 1902, Taf. 1, Fig. 1) bekannt geworden ist, hat auch die Rekonstruktion jenes von *Scaphognathus* eine reale Basis bekommen. Nebenbei sei erwähnt, daß F. v. Huene (1914, Fig. 9 und 10) eine Abbildung des Gaumens vom Pittsburger *Rhamphorhynchus Gemmingi*-Exemplare und Heilmann (1916, Fig. 195) eine vorzüglich gelungene Gaumenrekonstruktion derselben Art gegeben haben. Annahme bleibt bei *Scaphognathus* natürlich der allgemeine Schädelumriß von unten gesehen und die Gaumenansicht des Hirnschädels, während die Anordnung der Knochenbrücken und Lücken im Fazialteile fast sicher ist.

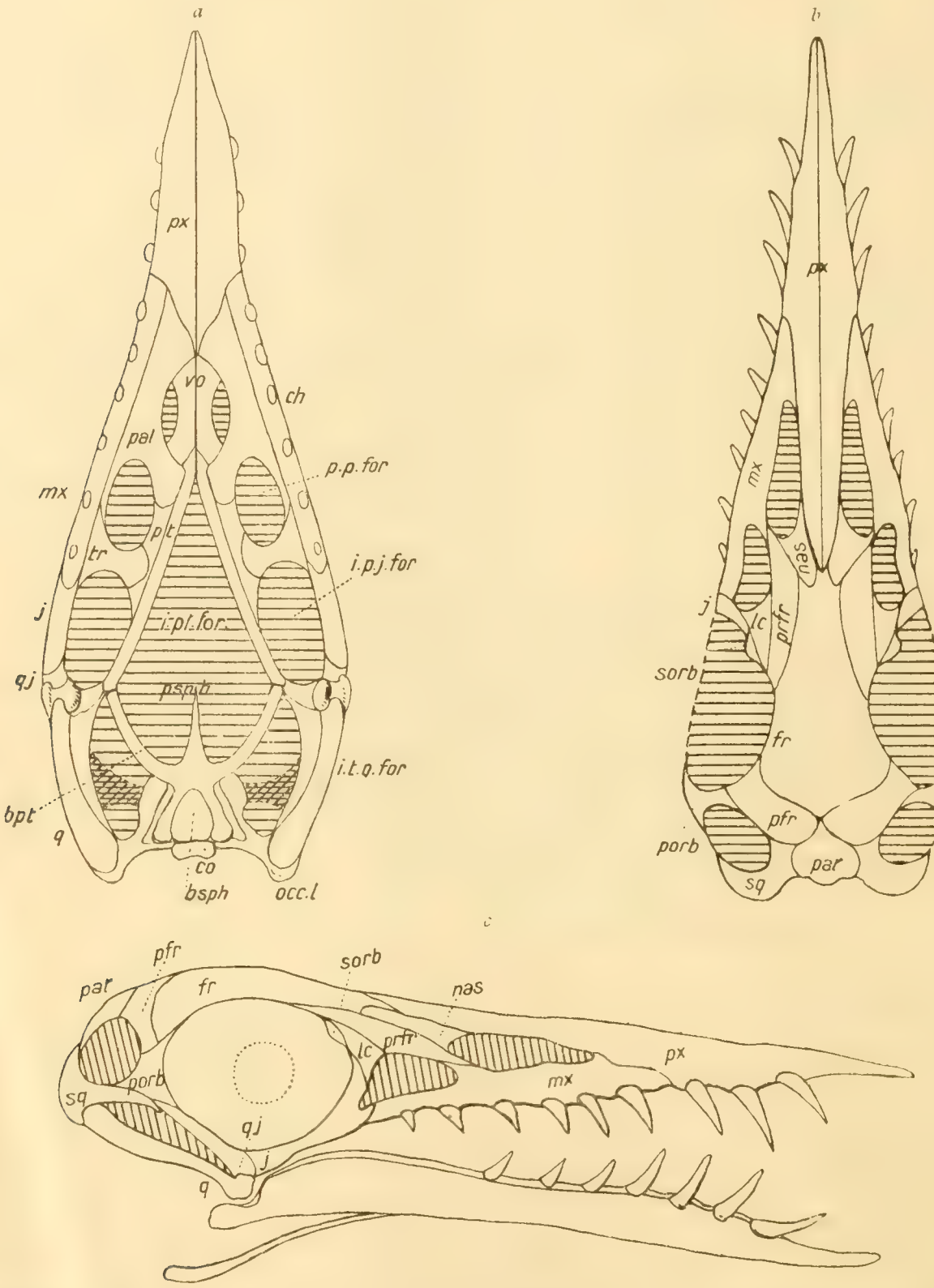
g) Rhamphorhynchus H. v. Meyer (1864), Tithon.

(Fig. 10 und 11).

Der Gattungsname ist von Meyer (1846, p. 17) für die neue Art »*Gemmingi*« aus dem unteren Tithon des Solnhofner Schiefers gegeben worden (Taf. 5). Später fand sie (Taf. 9) zugleich mit einem neuen, ebenso guten Stücke von Eichstätt (Heidelberger Exemplar) in der Fauna d. Vorw. (Taf. 10) erneut Abbildung und Beschreibung (p. 47). Beide Exemplare besitzen tadellos erhaltene Schädel. Weitere Exemplare wurden von K. v. Zittel (1882, p. 49—63, Taf. 10—12) beschrieben, darunter der berühmte Flügel mit der Flughaut und ein dritter Schädel von Eichstätt (Münchener Exemplar). Gaumenansichten bieten das Exemplar des Britischen Museums (A. Smith Woodward, 1902, Taf. 1) und jenes des Pittsburger Museums (F. v. Huene, 1914, p. 64), beide von Solnhofen. Für die Rekonstruktion habe ich die Größe des Münchener Exemplares von Eichstätt angenommen. Sonderbarerweise — wenigstens soweit mir bekannt geworden ist — hat erst E. v. Stromer (1913) eine Rekonstruktion dieses interessanten Fliegers gegeben (p. 49, Taf. 3—5). Ihm kam es jedoch auf die Rekonstruktion des ganzen Körpers und auf die Lösung des Flugproblemes an, weniger auf die Details der Schädelbildung; die Rekonstruktion des Gaumens hat erst Heilmann (1916, Fig. 194 und 195) versucht.

Ich erwähne besonders, daß O. C. Marsh ebenfalls 1882 ein *Rhamphorhynchus*-Exemplar mit erhaltener Flughaut abgebildet hat (Taf. III) und daß im Jahr 1909 abermals zwei Exemplare mit besser oder schlechter erhaltener Flughaut veröffentlicht worden sind u. zw. von Wanderer (Taf. XXI) das Dresdener Exemplar, von L. v. Ammon (p. 227) ein sehr schönes des Münchner Oberbergamtes (?), dessen Gegendruck das Berliner Museum für Naturkunde besitzt.

Fig. 10.

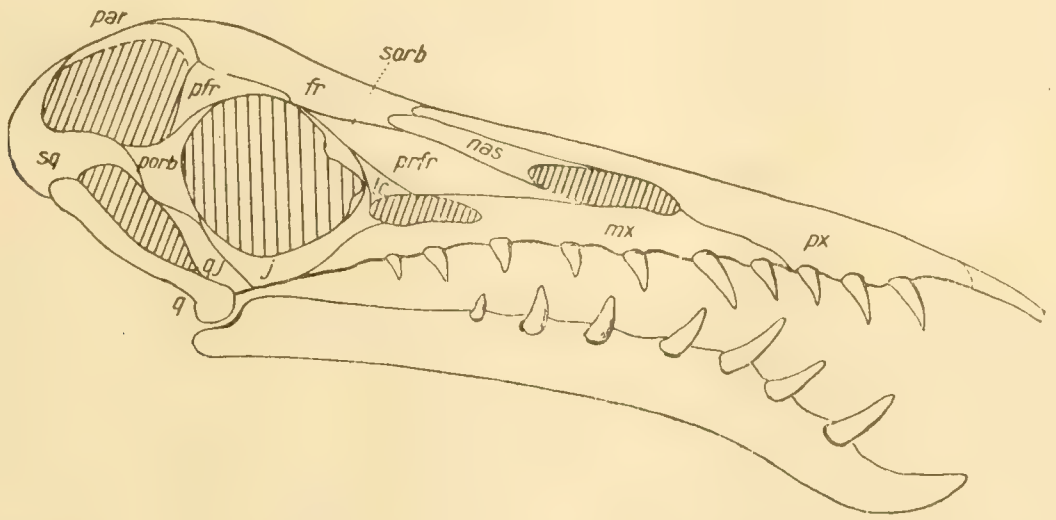


Rhamphorhynchus Gemmingi H. v. M., unteres Tithon von Solenhofen; nat. Gr.; Rekonstruktion von Arthaber 1916 nach den besten Exemplaren; Abkürzungen vgl. p. 5. *a* Ansicht von unten, *b* von oben, *c* Profilansicht.

Durch den Vergleich jener drei verschiedenartig erhaltenen, oben genannten Schädelexemplare in ihren vorzüglichen Abbildungen, zu denen noch jene H. v. Meyers (l. c.) Taf. 3, Fig. 4) hinzuzufügen ist, sind wir heute in der Lage eine Rekonstruktion des Schädels zu bieten, welche Anspruch auf Richtigkeit der Knochengrenzen erheben kann. Allerdings darf nicht vergessen werden, daß alle Exemplare infolge

von Alters- und wohl auch Geschlechtsdifferenzen bis zu einem gewissen Grade von einander abweichen. Es zeigt z. B. das Heidelberger Exemplar (Fauna d. Vorw. Taf. 9, Fig. 1) ein auffallend starkes *Supraorbitale*; das Zittel'sche Exemplar weit weniger und beim Eichstätter Exemplare (Fauna d. Vorw. Taf. 10, Fig. 1) fehlt es überhaupt. Wir dürfen daher schließen, daß die *Supraorbital*-Grenze entlang des Augenrandes verlief. Das ebengenannte Exemplar, weniger jenes von Taf. 9, Fig. 1, bietet auch den Typus für die Schnauzenform und Bezahnung. Wir finden, daß bei den Weißjura-Arten durch die Verlängerung des Oberkiefers zur Spitze, die Zahl der *Px*-Zähne um eins reduziert wird und drei statt vier, wie bei den Liasformen, beträgt. Die beiden Darstellungen des Gaumens von Smith Woodward und Huene sind leider unvollständig infolge des Erhaltungszustandes der Originale. Auffallend ist die Gestalt der freien, bandartig erscheinenden *Vomera* bei Huene; Heilmann fühlte

Fig. 11.



Rhamphorhynchus Kokeni Plien. Nusplinger Plattenkalk (unteres Tithon); verkleinert; Tübinger Exemplar. Rekonstruktion von Arthaber 1916. Abkürzungen vgl. p. 5.

dies wohl auch und verband diese Darstellungsweise der *Vomera* mit jener der *Pterygoide* bei Smith Woodward und konnte dadurch die sonderbare mediane vordere Lücke schließen. So sehr ich ihm wohl hier beipflichte, so wenig kann ich der Annahme einer vogelähnlichen Entwicklung der Schädelbasis analog jener von *Nyctodactylus* (Williston 1902, p. 520) aus der Kansaskreide beistimmen. Ich habe die Basis vielmehr als nach dem Typus des Reptilschädels gebaut angenommen (vgl. *Sphenodon*).

Einen zweiten interessanten Vertreter dieser Gattung hat Plieninger als *Rhamphorhynchus Kokeni* (Tübinger Exemplar) aus den untertithonischen Plattenkalken von Nusplingen beschrieben (1907, p. 238, Taf. 16) und in Fig. 6 eine Schädel-Rekonstruktion gegeben. Ich darf dieselbe doch wohl nur eine Skizze nennen, welche keinen Anspruch erheben kann, als mehr wie diese aufgefaßt zu werden. Das Stück ist etwas verdrückt und der rückwärtige Schädelteil durch die Halswirbel verdeckt; auch fehlt die vorderste Schnauzenspitze, und der Unterkiefer dürfte etwas aus dem Gelenke nach vor gerückt sein, wodurch eine auffallend prognathe Gebißform entstanden ist. Aber trotzdem ist der Schädel im Ganzen vorzüglich erhalten und seine Elemente lassen sich auf dem Wege des Vergleiches mit den anderen Exemplaren dieser Gattung sehr gut wiedererkennen, da ein Bruch oder eine Verrückung der einzelnen Knochen sehr oft an der Knochengrenze, als der geringsten Widerstandslinie, erfolgte. Ich sehe daher keineswegs die geradegestreckte, dreieckige Schädelform der Plieninger'schen Skizze; kann nicht finden, daß die Schnauzenspitze vorne bezahnt war; kann auch nicht die vollkommen überraschende Prognathie beobachten, sondern finde eine dem »*Gemmingi*« nahestehende Art mit gewissen, gut kenntlichen Artunterschieden im Schädelbaue, sodaß der Vorwurf, die Rekonstruktion (Fig. 11) zu schematisch nach ersterem Typus angefertigt zu haben, von vorneherein entkräftet ist. Natürlich ist die vollständige Form des *Sq.*, *Qu.* und *Quj.* unbekannt und auch die vordere *Px.*-Naht ist nicht zu sehen.

Wieder einen anderen Typus besitzt der von Smith Woodward (1902, p. 1, Fig. 1) beschriebene *Rhamphorhynchus longiceps,* von dem ich keine Rekonstruktion wage. Er stammt ebenfalls von Eichstätt und ist durch ziemlich schwere Bauart ausgezeichnet, welche sich durch breitere Knochenbrücken zwischen den Durchbrechungen, durch breite Form der vorne ebenfalls unbezahnten *Px.,* durch wenige starke Zähne und die massive, an *Rhamphorhynchus Kokeni* erinnernde Gestalt samt Bezahnung der Unterkiefer ausspricht. Der Schädel scheint etwas gedreht zu sein, wodurch die *Nares* bei der Abbildung in die Medianlinie zu stehen kamen. Ob ferner dieser Schädel tatsächlich die auffallend gestreckte Dreiecksgestalt besaß oder nur durch seine Erhaltungsweise später erlangte, ist noch unsicher.

Möglicherweise ist ein Repräsentant desselben Typus jene Form, welche H. G. Seeley (1880 p. 27) als *Rhamphocephalus Prestwichi* aus den Stones fields Slates (Oberer Dogger) von Kinneton beschrieben hat. Erhalten ist nur die mittlere Schädelregion, welche ähnliche Verteilung, Größe und Form der *Foramina,* besonders die schmale Form der *Orbita* und breit-langgestreckte der oberen *Temporal*-Öffnung besitzt, wie sie bei *Rhamphorhynchus longiceps* zu beobachten war.

h) Pterodactylus Cuvier (1836) Tithon.

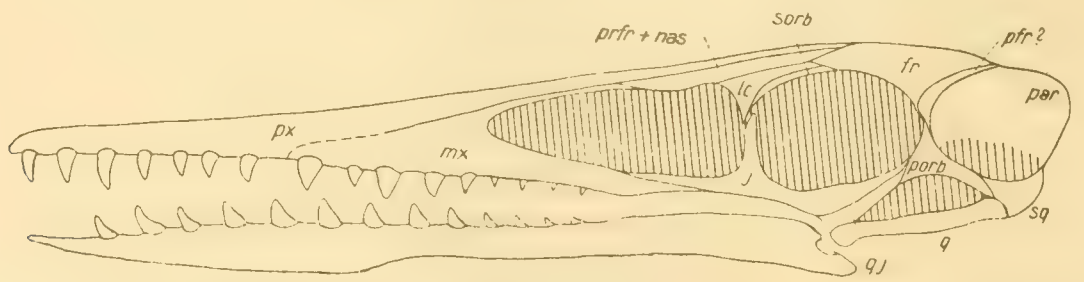
(Fig. 12—15).

Auf A. Wagner (1860, p. 439) geht die Einteilung der »Flugechsen« in kurz- und langschwänzige zurück, welche später Plieninger nach der neueren systematischen Benennungsart als *Rhamphorhynchidae* und *Pterodactylidae* bezeichnete (1901, p. 65).

Selbstverständlich zeigen die Formen der letzteren, welche sich durch Zusammenfließen der *Nasen-* und *Praeorbital*-Öffnung in eine einzige große *Nasopraeorbital*-Durchbrechung auszeichnen, nur in den allgemeinsten Zügen verwandtschaftliche Beziehungen im Schädelbaue mit *Dorygnathus* und den anderen *Rhamphorhynchiden.* Trotzdem sollen dem Schädelbaue der *Pterodactyliden* einige Worte gewidmet und Rekonstruktionsbilder gebracht werden, weil — soweit mir bekannt — keine solchen existieren.

Es wird immer behauptet, daß dem Schädel der *Pterodactyliden* (von den *Rhamphorhynchiden* konnte der Ansicht oben schon widersprochen werden) eine derartige Verschmelzung der Knochen eigen

Fig. 12.



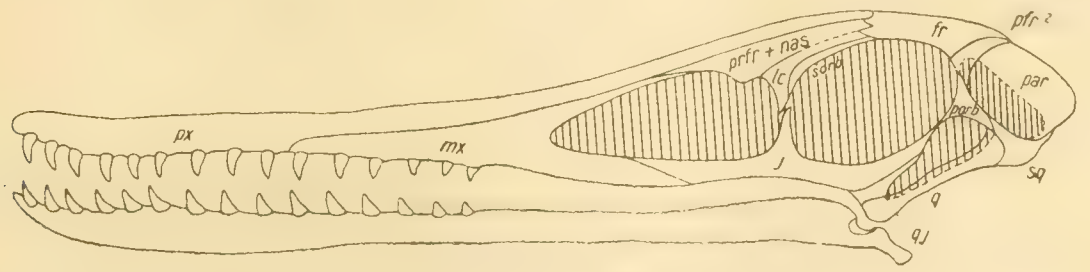
Pterodactylus Kochi Wagl. Tithon, Kehlheim, etwas verkleinert; Rekonstruktion von Arthaber 1916 nach H. v. Meyer, O. Fraas und Plieninger; Abkürzungen vgl. p. 5.

sei, daß sie ähnlich dem Vogelschädel mehr weniger ein Ganzes bilden. Das ist im Allgemeinen ja richtig, wenn es sich gegebenenfalls um ein einzelnes Exemplar handelt. Wenn aber viele vorliegen, dann lassen sich durch Vergleiche der Schädel fast alle Teile wiedererkennen, welche den *Pterosaurier*-Kopf zusammensetzen.

Eine häufige Art ist *Pterodactylus Kochi* Wagl. (Fig. 12). Von ihm sind zwei Exemplare in Druck und Gegendruck (Münchener Sammlung) beschrieben und abgebildet: A. Wagner beschrieb (1837, p. 163) eine, seither verschollene Platte von Kehlheim, deren Gegendruck H. v. Meyer (Fauna d. Vorw., Taf. 3, Fig. 1, Taf. 17, Fig. 1) abbildete; besonders die Elemente des *Cranial*-Teiles und des Kiefers sind gut zu sehen; nach den bekannt gewordenen anderen Schädeln läßt sich sowohl die Kieferlänge wie die Gestalt des Unterkiefers ergänzen. Von einem jüngeren Exemplare von Solnhofen

bildete H. v. Meyer (l. c., Taf. 3, Fig. 2) den Gegendruck, Karl v. Zittel (1882, Taf. 13, Fig. 1) das Original der Münchener Sammlung ab; es zeigt mannigfache Details, besonders gut den Umriß des *Frontale*, den Schädelhohlraum und die Länge sowie Bezahnungsart der Kiefer. Ein weiteres Exemplar von *Pterodactylus Kochi* (früher als *Pt. scolopaciceps* Meyer bezeichnet) wird im Berliner Museum für Naturkunde aufbewahrt; Plieninger (1901, p. 65, Taf. 4) beschrieb eine Neuerwerbung der Münchener Sammlung von Eichstätt, bei welcher noch eine zarte Knochenleiste am Schädeldache als Stütze eines Hautkammes erhalten ist, welchen Plieninger als Geschlechtsmerkmal deutete. Bei

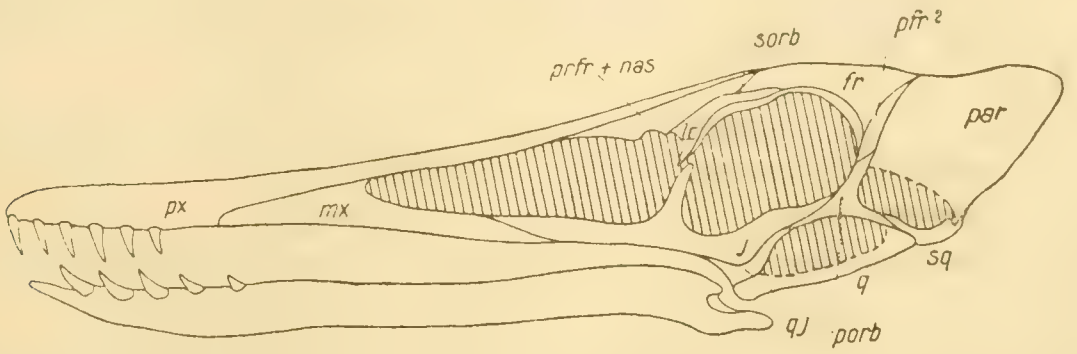
Fig. 13.



Pterodactylus longicollum H. v. Meyer, oberer Jura, Plattenkalk von Nusplingen (Stuttgarter Exemplar), stark verkleinert; Rekonstruktion von Arthaber 1916. Abkürzungen vgl. p. 5.

diesem Exemplare überrascht die Kürze des Oberkiefers, dessen Spitze unbedingt noch im Gesteine stecken muß, falls sie nicht gebrochen sein sollte. Gebrochen ist auch der Unterkiefer und an der Bruchstelle sind mit ziemlichem Längenverluste die beiden Bruchstellen wieder zusammengefügt worden. Das geht aus den Verhältniszahlen der Länge zur Breite hervor, die stets zwischen 1 : 18 und 1 : 23 schwanken, hier nur 1 : 12 betragen. Ein vorzüglich erhaltenes Exemplar ist (Fig. 13) der neuerdings von Plieninger (1907, p. 278, Taf. 19) wieder beschriebene *Pterodactylus longicollum* H. v. Meyer aus den Nusplinger Plattenkalken (Stuttgarter Naturalienkabinett). Es ist dasselbe Exemplar, welches O. Fraas (1878, p. 163) als *Pterodactylus suevicus* beschrieben hatte; H. v. Meyer hatte erstere Artbezeichnung für zwei Funde, die in Eichstätt gemacht worden waren (Münchener Sammlung; Fauna d. Vorw., p. 45, Taf. 7, Fig. 1–4) aufgestellt. Das Stuttgarter Exemplar des *Pt. longicollum* ist das

Fig. 14.



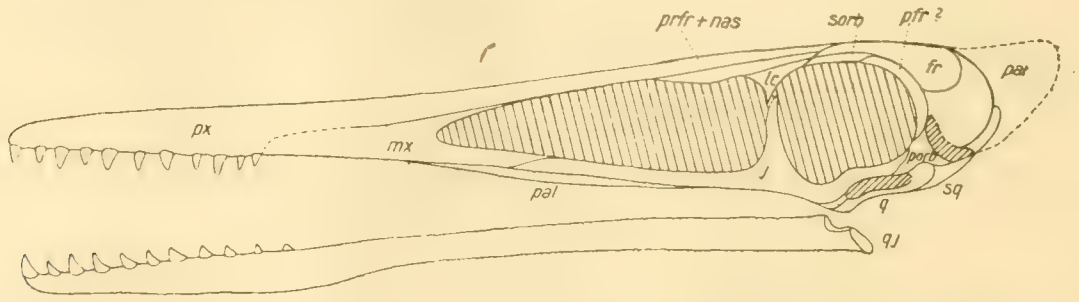
Pterodactylus suevicus Qu., oberer weißer Jura, Nusplingen; Tübinger Exemplar, verkleinert; Rekonstruktion von Arthaber 1916 nach Quenstedt und Plieninger; Abkürzungen vgl. p. 5.

größte *Pterodactylus*-Individuum; die Schnauze scheint vorne etwas verbreitert und aufgebogen, der Unterkiefer bis zum Ende bezahnt gewesen zu sein. Das obere Ende der *Px.* ist klar zu sehen, die Grenze zwischen *Px.* und *Mx.* zumeist undeutlich und am besten noch bei dem Exemplare Taf. 7, Fig. 1, 2 zu finden, woselbst auch die Beziehung zwischen *Px.* und dem *Prfr.* + *Nas.*-Knochen klar wird; dasselbe zeigt das Stuttgarter Exemplar. Allerdings kann ich mich mit der Deutung einzelner Elemente bei Plieninger, zum Beispiel *Px.* + *Nas.*, *Prfr.* + *Lc.* als je ein Stück, *Prfr.* statt *P. orb.* nicht befreunden. Aus Vergleichen ergibt sich mir vielmehr, daß die *Px.* auch hier den Anschluß am *Frontale* hat; daß das *Lc.* auch hier ein gesonderter Knochen ist, an den sich einerseits das *Sorb.*, andrerseits

eine Knochenplatte anschließt, welche nach ihrer Stellung zwischen *Lc.* und *Px.* nur das vereinigte *Prfr.* + *Nas.* sein kann.

Eine dritte, hervorragend gut erhaltene Art ist der zuerst von Quenstedt beschriebene *Pterodactylus suevicus* aus den Nusplinger Plattenkalken der Tübinger Sammlung (Fig. 14), von dem Plieninger (1907, p. 261, Taf. 18) eine neue Abbildung gegeben hat. Der Schädel ist mehr in der Schnauzen-, weniger in der Medianregion des Oberschädels etwas aus der Bildfläche herausgedreht, sodaß anscheinend ein schwanenähnlicher Schnabel entstanden ist, dessen Form schon Seeley getäuscht hat. Lassen wir diese zufällige Erhaltungsweise in unserer Rekonstruktion fort, dann bekommen wir einen Schädel, welcher in der Schnauzenregion den anderen Arten ähnelt, sich aber durch die reduzierte Bezahnung und stark verlängerte *Px.* unterscheidet.

Fig. 15.



Pterodactylus longirostris Cuv., Tithon, Eichstätt; Münchener Exemplar, verkleinert; Rekonstruktion von Arthaber 1917; Abkürzungen vgl. p. 5.

Dasselbe gilt von dem berühmten Collini'schen Exemplare (Fig. 15) des 1837 von Cuvier zuerst beschriebenen *Pterodactylus longirostris,* welcher *Pt. Kochi* in der Streckung der Kiefer, in der Bezahnung dem *Pt. suevicus* ähnelt und bei welchem wir wohl auch eine diesem ähnelnde, kammartige Parietalverlängerung annehmen müssen.

Überblick über die Flugsaurier.

Ein Überblick über die Flugsaurier, deren Reihe uns von der Trias bis in die Kreide hinaufführt, läßt deutlich die Vervollständigung in der Anpassung an das Leben in der Luft erkennen, welches sich recht klar im Schädelbaue ausspricht. Wir betrachten dabei in erster Linie die *Rhamphorhynchiden* allein.

Der (ich betone nochmals, in seiner Rekonstruktion fragliche) triadische *Tribelesodon* ebenso wie der unterliasische *Dimorphodon* besitzen in etwas abweichender Weise noch die Schädelform nicht oder nur wenig spezialisierter Reptilien. Ersterer zeigt zum Teil den Flugsauriertypus, mit noch geringen Durchbrechungen und breiten Knochenbrücken dazwischen, die Nasenöffnung liegt weit vorne; letzterer besitzt die allseitig, in Ober- und Unterkiefer gewölbte, im Umrisse ganz primitiv anmutende Schädelform der einfach gebauten Reptilien, hingegen exorbitante Schädellücken. Trotzdem macht sich schon eine Streckung des Schädels in die Länge geltend, und im Gegensatze zum ziemlich massiven Hinterhaupte ist der vordere Schädelabschnitt bis auf die starke Schnauze auffallend leicht gebaut und zwischen den Durchbrechungen sind die Knochenbrücken so auffallend zart, daß diese Entwicklungsrichtung später wieder verlassen wird.

Bei den oberliasischen Formen *Parapsicephalus, Campylognathus, Dorygnathus* wird die Streckung des Schädels nach vorne, so wie es die Schädelhaltung beim Fluge und die Art des Nahrungserwerbes fordert, immer stärker. Die Durchbrechungen sind etwas kleiner geworden, die Knochenbrücken solider, nur ein Beharren in den relativen Größendimensionen der Öffnungen fehlt, weil bald die *Orbita (Campylognathus),* bald die *Praeorbitale (Parapsicephalus, Dorygnathus)* die größte Schädellücke ist, und auch Größe sowie Lage der *Nares* schwankend bleiben: groß und lang bei *Parapsicephalus,* klein

bei *Dorygnathus*, hochsitzend und ziemlich ausgedehnt bei *Campylognathus*. Die Schnauze scheint sich von *Campylognathus* über *Parapsicephalus* zu *Dorygnathus* allmählich zuzuspitzen. Der Unterkiefer bleibt gleichartig, anscheinend massiv, vielleicht deshalb, weil er beim Fluge herabhängend, d. h. halbgeöffnet getragen wurde, und biegt sich vorne immer mehr herab. Die Gehirnkapazität hat erheblich zugenommen, wenn man *Campylognathus* mit *Parapsicephalus* und *Dimorphodon* vergleicht.

Die Weißjura-Formen sind in ihrem Habitus etwas verschieden. *Scaphognathus* ähnelt noch dem liasischen *Campylognathus* durch die große *Orbita*, die breitgerundete *Praeorbitale* und etwas zusammengedrückte, hochsitzende *Nares*-Lücke; die Schnauze ist noch immer gerundet, auch die Spitze bezahnt, und der Unterkiefer in der äußeren Form noch massiv und schwer. Den fortgeschrittensten Typus im Schädelbaue unter den *Rhamphorhynchen* überhaupt stellt *Rhamphorhynchus* selbst dar. Der Schädel verlängert sich, die Schnauze bekommt eine zahnlose Spitze, die vorderen Durchbrechungen scheinen dadurch mehr nach hinten gerückt und werden kleiner, es entsteht ein vogelähnlicher Schnabel. Der Unterkiefer, welcher bei *Rhamphorhynchus Kokeni* noch anscheinend massiv ist, wird bei *Rhamphorhynchus Gemmingi* ebenfalls schlank und spitz. Möglicherweise müssen wir einen hornigen Kieferschutz an der Spitze annehmen; zugleich überbaut sich der Schädel aus Gründen des Gleichgewichtes nach rückwärts.

Wenn wir nun noch die *Pterodactyliden* in den Kreis unserer Betrachtungen einbeziehen, dann schließen die bestbekannten Arten *Pterodactylus Kochi* Wagl. und *Pt. longicollum* v. Meyer an den gleichaltrigen tithonischen *Scaphognathus* im Kieferbau gewissermaßen an, weil Ober- sowie Unterkiefer bis weit nach rückwärts bezahnt sind. *Pterodactylus suevicus* Quenst. und *Pt. longirostris* Cuv. sind ähnlich, doch ist fast nur mehr das Kieferende allein bezahnt, aber allen vier Arten ist die bedeutende Streckung des Kiefers gegen vorne gemeinsam, sodaß sich Höhe zur Breite bei *Dimorphodon* wie 1 : 3, nun fast wie 1 : 6 verhalten. Oben ist schon das relative Zurücktreten der *praeorbitalen* Durchbrechungen erwähnt worden; wir finden es bei den *Pterodactyliden*, wenn auch in anderer Form wieder, indem *Nares* und *Praeorbital*-Lücke zusammenfließen. Es ergibt sich nur eine Öffnung, die entweder (im Vergleiche zum Auge) groß, z. B. *Pterodactylus Kochi* und *suevicus* oder schon kleiner wird, *Pt. longicollum*. Die Ausladung des oberen Hinterhauptes, begonnen bei *Rhamphorhynchus*, wird nun stärker, das *Parietale* dehnt sich nach oben-aufwärts immer mehr aus, z. B. *Pt. suevicus*, bis es die lange hornförmige Gestalt bei *Pteranodon ingens* Marsh aus der Kansaskreide erlangt. Die Knochenelemente des Schädels trennen sich undeutlicher bei den *Pterodactyliden* als bei den *Rhamphorhynchen* ab und nur genaue Vergleiche der vielen Exemplare untereinander lassen sie wieder erkennen. Dies wird aber immer unsicherer und bei den *Ornithocheiriden* der Kreide fast zur Unmöglichkeit; dann erst herrschen Verhältnisse wie beim Vogelschädel.

Vergleich des Schädels von *Dorygnathus* mit anderen Pterosaurierschädeln.

Wenn wir Vergleiche ziehen, können sich diese selbstverständlich nur auf die *Rhamphorhynchoidea* erstrecken, weil die *Pterodactyloidea* hiefür gar nicht in Betracht kommen. Unter ersteren fallen aus ähnlichen Gründen *Rhamphorhynchus* selbst und *Dimorphodon* fort. Und auch *Scaphognathus* kann wohl ebenfalls nicht mehr herangezogen werden, denn die Längenerstreckung des Schädels ist auffallend gering, die *Orbita* die größte Durchbrechung, die Bezahnung sehr spärlich und auch der Unterkiefer anders gebaut.

Als vergleichbar verbleiben dann nur mehr die beiden oberliasischen Typen *Parapsicephalus* und *Campylognathus*. Von vorneherein war anzunehmen, daß die erstere Form aus dem englischen Lias erst in weiterer Linie Beziehungen aufweisen würde. Dies ist allerdings zutreffend, weil der Schädelumriß bei ihm noch dem primitiven unterliasischen *Dimorphodon* recht nahe steht, aber immerhin ist die *praeorbitale* Öffnung am größten, die *orbitale* kleiner; die Größenverhältnisse ähneln also *Dorygnathus*. Am nächsten steht unbestreitbar der gleichalte *Campylognathus*; dies drückt sich im Schädelumrisse

aus, trotzdem hier die *Orbitale* die größte Schädellücke bildet, während sie bei *Dorygnathus* zugunsten der *Praeorbitalen* bedeutend reduziert ist. Dasselbe gilt von den *Nasalen*, welche bei *Campylognathus* auf Kosten der *praeorbitalen* ausgedehnt sind. Während infolgedessen das Auge bei *Dorygnathus* weiter zurück liegt, erscheint die Schnauze stärker verlängert, mehr als dies bei anderer Form hervortritt. Abweichend bei beiden ist das *Praefrontale* entwickelt, hier kurz, wodurch das *Frontale* vorne breiter erscheint, dort schmal zum Teil den *Orbital*-Rand bildend; bei ihm ist auch die Bezahnung etwas reicher im Ober- sowie Unterkiefer, aber der allgemeine Bau desselben ähnelt dennoch jenem des *Dorygnathus*. Kurz, trotz deutlicher Unterschiede steht dieser dem *Campylognathus* am nächsten.

II. Die Wirbelsäule.

1. Halsabschnitt.

(Fig. 16—19.)

Beim Wiener Exemplare ist der Hals nicht vollständig erhalten, da *Atlas* und *Axis* fehlen; sie sind anscheinend bei der rechtwinkligen Stellung des Kopfes gegen die Wirbelsäule, welche beim Vorgange der Einbettung zustande kam und der natürlichen Haltung widersprach, ausgebrochen. Unter dem rechten *Qu.* sehen wir einen Körper liegen, der möglicherweise der *Axis* entspricht. Bei dem mehrfach erwähnten Berliner Exemplare, können wir denselben Vorgang beobachten, nur sind *Atlas* und *Axis*, wenn auch zum Teil zerfallen und verlagert, dennoch erhalten geblieben. Wir müssen daher in Übereinstimmung mit Williston, Fürbringer u. A. für den Halsabschnitt acht Wirbeleinheiten annehmen.

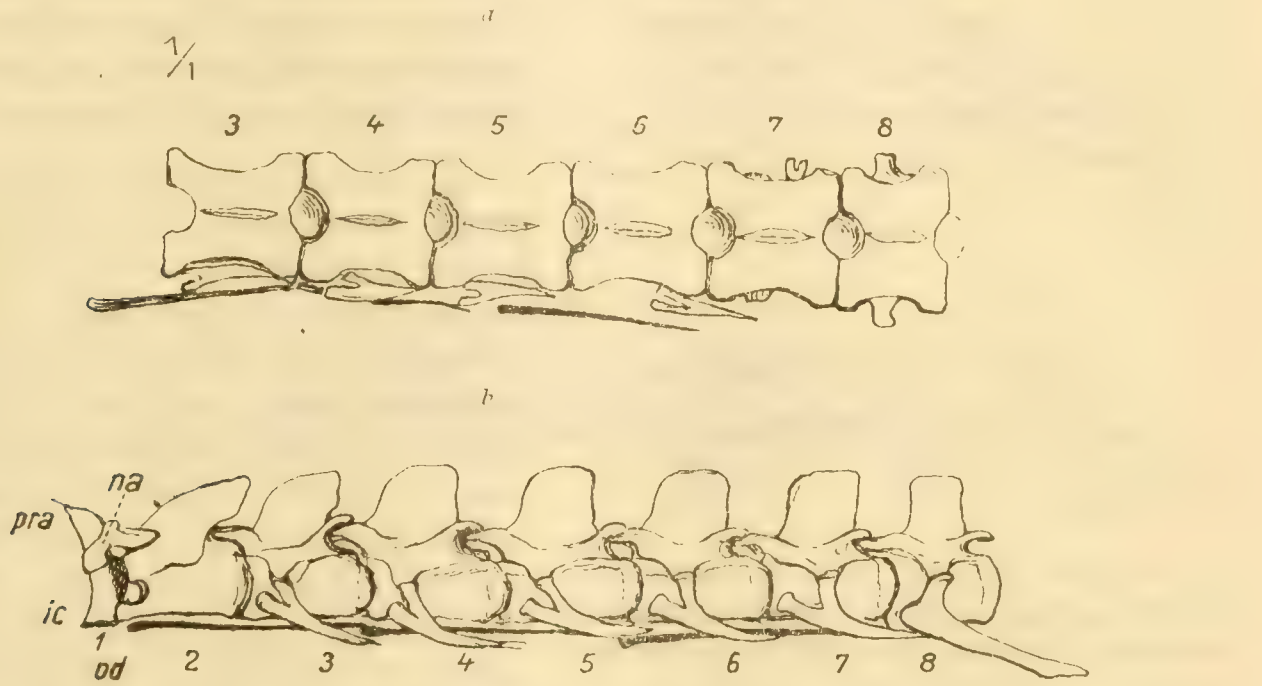
Bei unserem Exemplare ist Halswirbel 3—8 erhalten. Sie liegen mit dem Dornfortsatze nach oben, sodaß wir sie in der Draufsicht sehen. Wirbel 3—6 sind von gleicher Größe, 7 etwas kürzer, der 8. am kürzesten, so wie bei allen *Rhamphorhynchen*. Alle Wirbel dürften durch den Gesteinsdruck etwas flachgepreßt worden sein und daher etwas breiter erscheinen, als sie tatsächlich waren. Alle sind mehr weniger von gleicher Gestalt, ungefähr von rechteckigem Umriß, der 8. fast quadratisch; die oberen Bogen sind seitlich nicht unbedeutend eingeschnürt; die Zygapophysen waren recht breit und ermöglichten eine gesicherte breite Gelenkung; die Bogen sind frontal breit gerundet ausgeschnitten, um dem großen Gelenkkopfe des vorangehenden Wirbels Platz zu lassen, caudal hingegen nur wenig eingezogen; die oberen Bogen treten frontal sowie lateral ziemlich weit über das Wirbelzentrum vor. Der Dornfortsatz ist kurz im Vergleiche zur Wirbellänge, steigt von vorne allmählich an und fällt rückwärts rasch ab. Links neben den Wirbeln liegen kleine Halsrippen sowie außerhalb derselben noch drei zarte, geradegestreckte Stäbchen, welche wohl nur als Sehnenverknöcherungen zu deuten sind, die allerdings hier — meines Wissens — zum ersten Male erhalten geblieben sind. Zeichnen wir uns dieselben in die restaurierte Halswirbelserie so ein (Fig. 16) wie sie auf der Platte liegen, dann beginnen sie hinter dem Vorderrande des Wirbels und schließen so aneinander an, daß sie die Wirbelfolge bis zum Hinterrande des 7. Wirbels begleiten. Die Länge eines Stäbchens entspricht stets der Länge zweier Wirbel. Auf dem Berliner Exemplare ist nur eine einzige Halssehne, vermutlich die 3. erhalten.

Die Halsrippen sind zweiköpfig, zart und klein, ihre Länge etwas geringer als jene des dazugehörigen Wirbels; jene des 3. liegt mit dem Tuberculartеile nach außen gedreht, jene des 4. normal und ist fast im Profile zu sehen, die 5. hat wieder eine ähnliche Länge wie die 3.; rechts vom 7. Wirbel erscheint der Gelenkkopf einer kleinen Rippe. Nach der 4. Rippe zu schließen, waren sie nach außen leicht gekrümmt und liefen distal in eine Spitze aus; der Proximalteil ist gespalten und zerfällt in einen kräftigeren *Capitular*- und etwas zarteren oberen *Tubercular*-Teil. Beide schließen an eine ovale, schrägstehende, knapp hinter dem Vorderrande und tief am Wirbelzentrum sitzende

Diapophyse an (vergl. Wirbel 6 links), während die *Parapophyse* etwas weiter abgerückt ist (vergl. Wirbel 4 links) und tief herabreicht, weil der *Tubercular*-Ast nur kurz ist. Erst beim 7. Wirbel ist die *Parapophyse* länger geworden, hat aber ihren Platz anscheinend beibehalten; beim 8. Wirbel rückt sie abermals weiter gegen rückwärts und wird zum kräftigen Querfortsatze für eine erheblich länger und stärker gewordene 8. Rippe, welche wir unter dem 8. Wirbel (?) liegen sehen. Dieser bildet ebenso wie seine Rippe durch seine, von den anderen Halswirbeln abweichende Gestalt, den Übergang vom Hals zum Rumpfabschnitte.

Wir müssen nun einen Blick auf den Halsabschnitt anderer *Rhamphorhynchen* werfen, um das Fehlende des Wiener Exemplares ergänzen und Vergleichsmomente gewinnen zu können.

Fig. 16.



Halswirbel von *Dorygnathus*; *a* 3.—8. Wirbel des Wiener Originales von oben; *b* Rekonstruktion der ganzen Serie. *Atlas* und *Axis* nach *Rh. Kokeni* Plieninger (1907, Taf. XVI, Fig. 7—10) — Pra *Proatlas*, na *Neurale*, ic *Intercentrum* od *Odontoid*.

Beim Exemplar des *Dimorphodon macronyx* Buckl. sp., welches Owen in Foss. Rept. Lias. Format. pt. III, p. 45, Taf. 18*c* aus dem unteren Lias beschrieb, ist eine Serie von 4 Halswirbeln und ein 5., abgetrennt liegender Wirbel erhalten. Die Folge beginnt bei *Atlas* und *Axis*, welche Owen als einen Wirbel zählte, weshalb eigentlich 6 Wirbel erhalten sind. Sie liegen mit der Unterseite nach oben; ich gestehe aber, daß ich weder den Text noch die Abbildung vollkommen verstehe. Immerhin ist mir so viel klar, daß kurze massive Halsrippen auftreten, die am Wirbel ziemlich weit vorne sitzen, deren genaue Form aber, insbesondere die rückwärtige Endigung unbekannt geblieben ist. Besser orientiert Owens, zum Teil stark schematisierte Rekonstruktion (Taf. 20). Er zählt (p. 66) 7 Halswirbel inklusive *Atlas*; wir müssen aber den ersten Rumpfwirbel mit der kurzen Rippe eben deshalb noch als letzten (8.) Halswirbel auffassen. Rippen finden sich an allen Halswirbeln als kurze, nach rückwärts zugespitzte, schwach zweiköpfige Stücke; die 8. besitzt ein *Capitulum* ähnlich den vorangehenden, der *Tubercular*-Teil aber endet in einer, das Sternum nicht erreichenden Rippe.

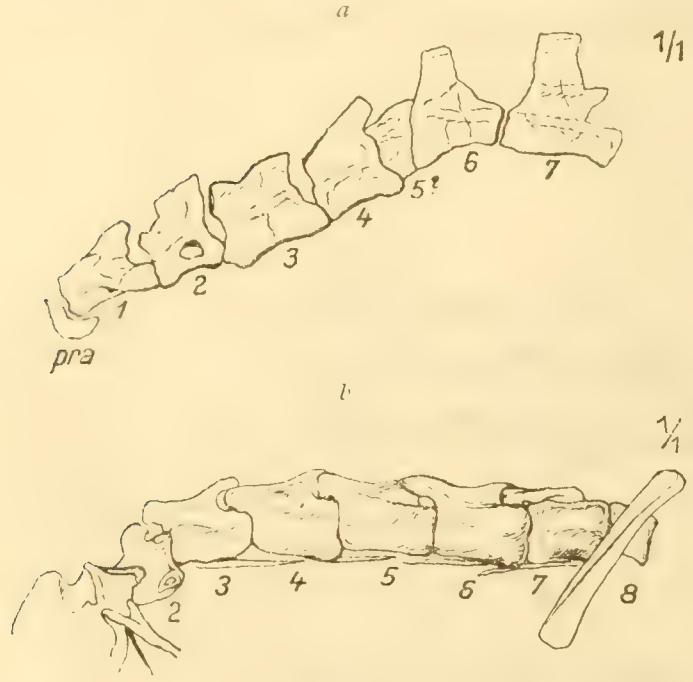
Vom Pittsburger Exemplare des *Campylognathus Zitteli* erwähnt Plieninger (1907, p. 222) das Auftreten von Halsrippen an den Wirbeln.

Von anderen Liasarten fehlt uns die Kenntnis des Halsabschnittes und erst bei den Weißjura-Formen lernen wir ihn bei mehreren Typen gut kennen.

Das Tübinger Exemplar des *Rhamphorhynchus Kokeni* Plien. (l. c. Textfig. 7—10 und Taf. 16) ist auch diesbezüglich trefflich erhalten. Wir sehen sowohl *Atlas*, *Axis* als 3 Halswirbel von

der Seite, der 4.—6. zeigen die Unterseite und oberen Bogen, der 7. und 8. sind weniger gut erhalten; Halsrippen fehlen. Plieninger gibt vom 1.—3. Wirbel eine Textfigur in natürlicher Größe; *Atlas* und *Axis* sind in den wesentlichsten Teilen nach dem Krokodiltypus gebaut, doch ist der *Proatlas* hier unklar und gut erst an einem anderen Exemplare (vergl. unten) zu sehen. Beim dritten Halswirbel ist gut die *Hypapophyse* = Dornfortsatz = Medianleiste zu sehen, wie beim Wiener *Dorygnathus*. Auch Halswirbel 4.—6. zeigen in ähnlicher Weise wie dort ein breites seitliches Vortreten der oberen Bogen über den Wirbelkörper im Gegensatze zum Krokodiltypus sowie die, auch bei *Dorygnathus* beobachtete Tatsache, daß die oberen Bogen über den Wirbelkörper gewissermaßen weit nach vor geschoben sind. Da Halsrippen fehlen, sind Plieninger die Ansatzstellen für dieselben, die *Diapophysen*, am Wirbelkörper entgangen, welche seine Textfigur 10 mit genügender Deutlichkeit im vorderen Drittel beim 4., 5., weniger klar am 6. Wirbel zeigt.

Fig. 17.



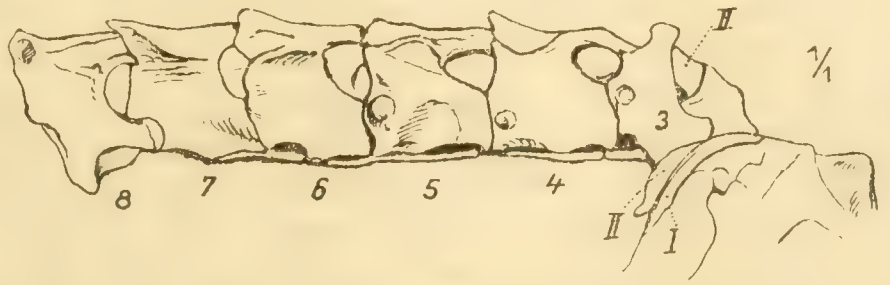
Rhamphorhynchus Gemmingi H. v. M., Halswirbelserie *a* von *Rh. longimanus (prius)* Wagn. Münchener Exemplar; *b* Heidelberger Exemplar, Halswirbel 2—8 samt Halsrippen; pra *Proatlas*. Nach H. v. Meyer.

Die einzelnen Details der Halsregion lernen wir an den verschiedenen Exemplaren von *Rhamphorhynchus Gemmingi* H. v. Meyer (Fig. 17) kennen. In der Münchener Sammlung liegt das alte Exemplar, welches A. Wagner als *Rhamphorhynchus longimanus* (1860, p. 463, Taf. 16, Fig. 1) beschrieben, später K. v. Zittel dem *Gemmingi*-Typus zugewiesen hatte. Es besitzt in tadelloser Weise den *Proatlas*, welcher etwas gedreht und nach abwärts gerutscht ist, und nun seine ganze Breite zeigt. Wie Plieninger schon erwähnte (l. c., p. 241), bezieht sich die Zittel'sche Angabe im Lehrbuch d. Palaeont. (III., p. 776) vom Auftreten eines krokodilähnlichen *Proatlas* auf dieses Exemplar, welches sonst keine nennenswerten Details im Halsabschnitte bietet. Dagegen zeichnet sich diesbezüglich das Heidelberger Exemplar aus, welches H. v. Meyer (Fauna d. Vorw., p. 67, Taf. 9, Fig. 1) als Typus seiner Art beschrieben hatte. Es zeigt die Serie der Halswirbel mit Ausnahme des *Atlas* und hat die 3.—7. Halsrippe erhalten; die Wirbel dürften etwas gedreht und auch deshalb etwas verzeichnet sein, weil Dornfortsätze ganz fehlen und zuhöchst die *Zygapophysen* liegen. Die Halsrippen sieht man von der Seite; sie erscheinen leicht gebogen, dick fadenförmig, distal zugeschärft und sind von etwas größerer Länge wie die Wirbel, also auch größer wie jene von *Dorygnathus*; verknöcherte Halssehnen fehlen. H. v. Meyer spricht von 6 Halswirbeln und bezeichnet den ihnen folgenden als den Grenzwirbel zwischen Hals- und Rumpfregion. Zweifelsohne fehlt der *Atlas* und der erste sichtbare Wirbel ist somit der 2. *(Axis)*; der Grenzwirbel hat daher als 8. Wirbel ebenso wie bei allen anderen *Rhamphorhynchen* zu gelten und zeichnet sich durch das Fehlen von ähnlichen Halsrippen aus, wie sie die vorderen Wirbel tragen. Der Erhaltungszustand verhindert die Beobachtung der Querfortsätze und Rippen. Wie bei allen *Rhamphorhynchen* ist auch hier der 6. Halswirbel der längste.

Auch des schönen Regensburger Exemplares, der kleinen Art *Rhamphorhynchus longicaudus* Mstr., welches später L. v. Ammon (1884, p. 129, Taf. 1, 2) in *Rh. longicaudatus* abgeändert hatte, ist zu gedenken. Die Abbildung ist zu schwarz geraten um Vergleiche anstellen zu können. Ammon beschreibt die vollkommene, aus 8 Wirbeln bestehende Halsserie, deren Wirbel »wohl entwickelte Halsrippen, ähnlich wie bei Krokodilen, besitzen« (p. 155). Leider sind sie auf der Abbildung nicht ersichtlich.

Schließlich ist die Halswirbelserie gut bei *Scaphognathus crassirostris* Goldf. (Fig. 18) zu sehen. Besonders beim prächtigen Bonner Exemplare, welches zuerst Goldfuß (1831, p. 63, Taf. 7—9) später H. v. Meyer (l. c., p. 40, Taf. 5, Fig. 1, 3) behandelt haben, dessen Abbildung nach einem Gipsabgusse hergestellt worden war. Der *Atlas* (I) liegt (Goldfuß VIII *A*) enge dem *Squ.* und *Qu.* an, ist unverhältnismäßig groß und macht mir den Eindruck, als wenn er der Rand des *Squ.* wäre. Ganz anders sieht er auf der »Ergänzung der Hauptplatte« (I, bei Goldfuß, Taf. IX *C*) aus; hier sieht man einzelne Knöchelchen, die mit gutem Willen als oberer Bogen und *Hypozentrum* des *Atlas* zu deuten wären, dessen *Odontoid* fest mit dem *Epistropheus* (II bei Goldfuß) verbunden geblieben ist. Es wäre möglich, daß — nach den Abbildungen läßt sich dies nicht entscheiden — wenn meine obige Deutung von I auf Taf. VII, *A* als *Squ.* richtig ist, das schmale, bogige, dahinterliegende Stück mit der Bezeichnung II als *Proatlas* aufzufassen wäre. Die Teile des *Atlas* wären dann auf der Hauptplatte verdeckt und wir sähen nur 7 Halswirbel (2—8). Die *Praezygapophysen* treten vorne ebenfalls weit über den Wirbelkörper vor, die *Postzygapophysen* sind bei Halswirbel 2—6 von den folgenden *Praezygapophysen* nicht gedeckt und auf der Gegenplatte VII, *B,* haften geblieben. Zwischen beiden tritt ein »Querfortsatz kurz, breit vor, an den sich ähnlich Krokodil und Vögeln an beiden Enden

Fig. 18.



Scaphognathus crassirostris Goldf. sp. Halswirbelserie, und zwar I nach Goldfuß *Atlas,* besser als *Squamosum* zu deuten, II als *Axis* (oben), II (unten) gehört nach Goldfuß zur *Axis,* besser als *Proatlas* anzusehen; nat. Gr.

zugespitzte Griffel ansetzen.« Es dürfte sich, nachdem die oberen Bogen etwas nach abwärts gedrückt sind, um die *Parapophyse* für den *Tubercular*-Teil der Halsrippe handeln. Auf der Platte VIII, *A* sehen wir aber dick-fadenförmige Gebilde, die vorne etwas verdickt sind, hinten stumpf enden, den verknöcherten Sehnen bei *Dorygnathus* deshalb ähneln, sich aber ähnlich den Halsrippen beim Heidelberger *Rhamphorhynchus Gemmingi* in der Biegung den Wirbeln anschmiegen. Von all dem liest man bei H. v. Meyer nicht viel; er steht (nach Gipsabguß und Abbildung) allen diesen Details skeptisch gegenüber, nimmt aber schon im Gegensatze zu der herrschenden Ansicht 8 Halswirbel an.

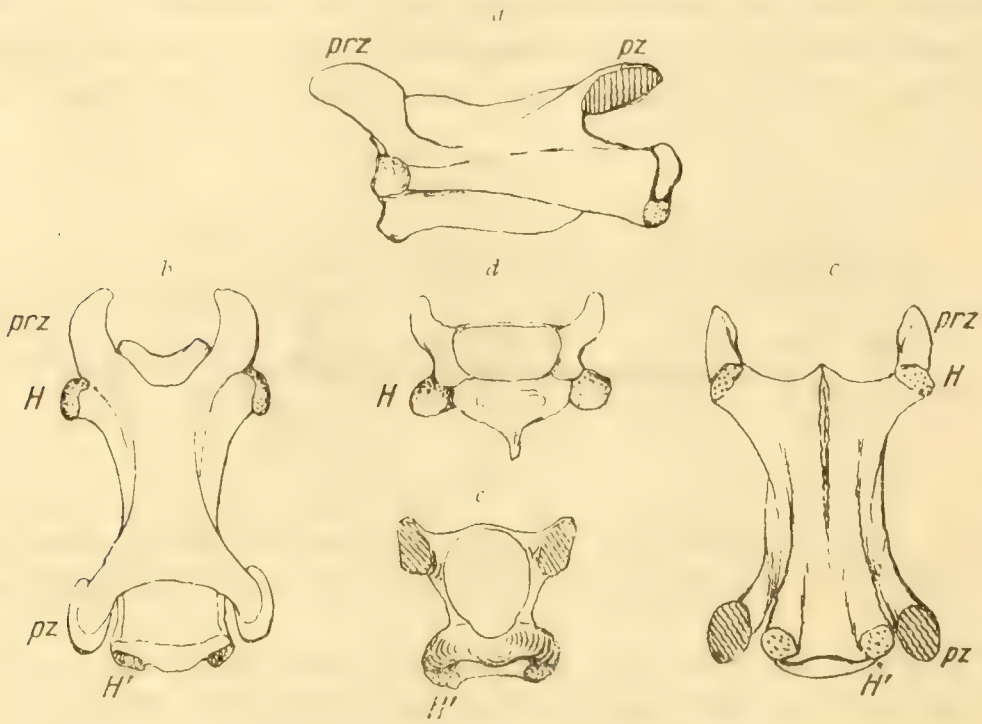
Die *Pterodactyliden* scheinen sich im Halsbaue von den *Rhamphorhynchiden* durch grundlegende Differenzen zu unterscheiden. Plieninger (l. c. p. 296) hat sie dahin zusammengefaßt, daß bei ihnen im *Atlas* der obere Bogen mit dem *Zentrum* verschmolzen sei, also ein Stück bilde (vergl. *Pt. longicollum* H. v. M. bei Plieninger l. c. Taf. 19) und daß Halsrippen fehlen. Ich füge noch hinzu, daß pneumatische *Foramina* vorkommen, bei *Rhamphorhynchus* aber anscheinend fehlen. Daß ferner die *Atlas*-Elemente immer verschmelzen, möchte ich in dieser Allgemeinheit bezweifeln. Sicher ist es als Alterserscheinung zu werten, ebenso wie die Verschmelzung von *Atlas* und *Axis* (vergl. Williston 1903, p. 130, Taf. 41, Fig. 5). Erst beim 8. Halswirbel erscheint eine kurze, das Sternum nicht erreichende Rippe.

Für die *Pterodactyliden* dürfte die gleiche Anzahl 8 als Norm der Halswirbelserie gelten, doch kommen anscheinend Ausnahmen vor: Bei *Pt. Kochi* Wgl. (Meyer F. d. Vorw., p. 35, Taf. III, Fig. 1) scheint es, ohne das Original selber untersucht zu haben, ziemlich sicher zu sein, daß nur 7 Halswirbel vorkommen, und Eaton (1910, p. 15) gibt bei *Pteranodon* 9 Halswirbel an, im Gegensatze zu

Williston, welcher (1897, p. 39) zuerst 7 angenommen hatte, sich aber unter dem Einflusse Fürbringer's später der Annahme von 8 Halswirbeln zugewandt hatte (1903, p. 129). Diesen Unterschied vermag ich nicht aufzuklären und bei Eatons *Pteranodon sp.* scheint wirklich der 9. Halswirbel eine kräftige, aber das *Sternum* nicht erreichende Rippe zu besitzen, während die folgenden *Dorsal*-Wirbel zum *Notarium* vereinigt sind.

Auf Williston (1897, p. 40) geht auch die Bezeichnung *Exapophyse* zurück, nachdem schon Owen bei Kreidepterosauriern auf das Vorkommen einer zweiten articularen Bewegungssicherung hingewiesen hatte; Eaton hat treffliche Abbildungen solcher *Exapophysen* gegeben. Williston verstand darunter eine zweite Gelenksverbindung der Hals- und ersten Rumpfwirbel, welche unterhalb der *Zygapophysen*, und zwar beiderseits am Vorder- sowie Hinterrande des Wirbelzentrums liegend,

Fig. 19.



Orlitsia borneensis Gray; 5. Cervicalwirbel. *a* Seitenansicht, *b* von oben, *c* von unten, *d* Vorder-, *e* Hinteransicht. *prz* = *Prae-*, *pz* = *Postzygapophyse*, *H* ist die vordere, *H'* die hintere *Hypapophyse*; nat. Gr.

vorne konvex, hinten konkav gestaltet sind. Die *Exapophysen*-Verbindung ist sicher der *Zygosphen-Zygantrum*-Verbindung einiger *Lacertilier* und der Schlangen analog. Während aber diese Bewegungskorrektur nur im oberen Bogen lag, ist sie hier, am Wirbelzentrum liegend, der *Zygapophysen*-Verbindung entgegengesetzt und wirkt also bewegungshemmend. Folglich ist eine annähernd S-förmige Biegung des Halses nicht denkbar (vergl. das Habitusbild »*Pteranodon* im Fluge« bei F. A. Lukas, 1901, Taf. VI) und die Funktion der beiden Gelenkungen gestattete wohl nur eine leichte Krümmung. Ähnlich dürfte die Halshaltung wohl auch bei den *Ramphorhynchen* gewesen sein, da bei ihnen der Hals durch die verknöcherten Sehnen (vergl. *Dorygnathus*) in der freien Beweglichkeit beschränkt war.

Die oben erwähnten Abbildungen Eatons der Halswirbel von *Pteranodon* (Taf. VI) zeigen *Atlas* und *Axis* verschmolzen (Fig. 1, 11, 12). Wir vermissen aber bei Fig. 1 jede Spur des *Atlas*, der doch vor der *Axis* liegend die Pfanne für das Hinterhauptsgelenk bildet und sehen keine Spur der *Neurapophysen*, welche mindestens verändernd auf die *Axis* wirken müßten. Ich vermag daher nur diese allein zu erkennen; nur bei Fig. 12 mit zwei Durchbrechungen allein wäre ein Atlasfragment erkennbar, nicht aber bei der rekonstruierten Fig. 1. Meine Deutung steht auch im Einklange mit den Details, welche Williston von dem nahe verwandten und gleichalten *Nyctosaurus* gegeben hatte (l. c., 1903, p. 130, Taf. 41, Fig. 3—5). Dieser zeigt ebenfalls eine Verschmelzung von *Atlas* und *Axis*,

welche die Normalform der letzteren verändert. Am Hinterrande der *Axis* tritt die erste *(Post-) Exapophyse* auf; die folgenden 5 Halswirbel (3—7) sind von gleicher langgestreckter Form und haben je zwei *Exapophysen*; Halsrippen fehlen; der 8. und 9. Wirbel sind von ganz abweichender Gestalt und ähneln schon den Rumpfwirbeln mit kurzgedrungenem Zentrum und langem, oben abgestutztem Dornfortsatze. Der 8. Wirbel hat noch beide, der 9. nur mehr deutlich die konvexe vordere *Exapophyse*; von da ab fehlen sie. Zugleich tritt am 8. Wirbel eine verkürzte, mit Zentrum und oberem Bogen verschmolzene, zweiköpfige, stiellose Rippe auf und erst der 9. Halswirbel besitzt eine bewegliche Rippe mit kurzem, flachem Stiele; die folgenden vier ersten Rumpfwirbel werden immer kürzer, die Dornfortsätze schmäler, nur die *Diapophysen* im oberen Bogen sind auffallend lang und trugen eine Rumpfrippe, deren *Capitulum* deshalb wohl nur mehr in ligamentöser Verbindung mit dem Wirbelzentrum stand, weil *Parapophysen* scheinbar fehlen; die folgenden 8 Wirbel samt Rippen sind zum *Notarium* verschmolzen. Es liegt also bei *Pteranodon* zwischen diesem und dem in seiner freien Bewegung durch die *Exapophysen* ähnlich eingeschränktem Halse höchstens ein freier Wirbel, welcher durch seine Kleinheit den Mangel an Bewegungsfähigkeit von Hals und Rumpfabschnitt ausgleicht.

Bei Williston (l. c., p. 132) finde ich die Angabe, daß die *Exapophysen* von *Pteranodon* die Stelle der zweiten seitlichen Articulation der *cryptodiren Testudinaten* einnehmen. Diese Auffassung war mir vollkommen neuartig, weshalb ich mir bei dem vorzüglichen Kenner der *Testudinaten*, bei Kustos F. Siebenrock des Wiener Hofmuseums Rats erholte. Bei Wasserschildkröten, z. B. bei *Orlitsia borneensis* Gray (Fig. 19) kommt allerdings eine Ausbildung sowohl am vorderen wie rückwärtigen Wirbelzentrumsrande vor, welche unter den *Zygapophysen* liegend an derselben Steile auftritt wie die *Exapophysen* bei *Pteranodon*, nur mit dem Unterschiede, daß beide konvex sind und nicht der Gelenkung, sondern lediglich dem Muskelansatze für die Halsmuskulatur dienen. Bei den distalen Ansatzstellen, also dort wo bei *Pteranodon* die konkave *Exapophyse* auftritt, finden wir ligamentös verbundene kleine *Hypapophysen*-Stücke, also Sesambeine, welche gewissermaßen als Spannstege für die Halsmuskulatur wirken. Sie verwachsen im vorderen Halsabschnitte mit dem Wirbelzentrum, sind im rückwärtigen zumeist verschwunden und nur gut im mittleren Halsteile erhalten. Mit erheblich mehr Berechtigung betreffs Auftretens von »*Exapophysen*« als der Hinweis auf die Wasserschildkröten wäre ein solcher auf einzelne Gruppen von Vögeln gewesen. Bei *Anatiniden*, den Entenvögeln, treten außer den *Zygapophysen* noch starke Rollgelenke am Wirbelkörper auf, welche am vorderen Rande konvex, am hinteren konkav gestaltet sind und der Bewegungskorrektur und Sicherung dienen.

Im alten Banzer Materiale, das Theodori im ersten Bericht des Bamberger Naturf. Ver. 1852 beschrieben und abgebildet hatte, fanden sich auch zwei »Wirbelbeine« (Taf. 1, Fig. 4 und 5), welche Theodori möglicherweise als Halswirbel des *Dorygnathus* aufgefaßt wissen möchte. Sie sind sehr klein, länger als hoch, haben eine vorne konkave, hinten konvexe Gelenkfläche, ziemlich hohe obere Bögen aber keine Querfortsätze. Alle Banzer Knochen sind aus der Knochenbreccie frei herauspräpariert, sodaß jeder Zusammenhang mit anderen Skelettelementen fehlt. Weil aber in dieser sonst nur Fischreste, Wirbel von *Ichthyosaurus*, *Plesiosaurus*, *Mystriosaurus* und *Nothosaurus* vorkommen, *Dorygnathus* das kleinste dieser Tiere war, und alle anderen eine längst bekannte, typische Wirbelgestalt besitzen, deshalb faßte Theodori diese zwei Wirbel als solche von *Dorygnathus* auf. Verglichen mit der Halsregion des Wiener Exemplares ergibt sich allerdings die Unrichtigkeit dieser Auffassung, doch ist es naheliegend, daß es sich um freie Wirbel der Becken- oder Schwanzregion handelt.

2. Rumpf und Beckenabschnitt.

Die Frage nach der Anzahl der Rumpfwirbel bei den *Rhamphorhynchen* und *Pterodactylen* hängt innigst mit der Beantwortung jener zusammen, wie viele Wirbel als in die Halsregion gehörend auf-

gefaßt werden müssen. Wir haben im Vorangehenden gesehen, daß, wenn *Atlas* und *Axis* als die zwei ersten und jener Halswirbel als der letzte gezählt wird, dessen Rippen das *Sternum* noch nicht erreichen, dann treten einheitlich bei allen *Rhamphorhynchen* 8 Halswirbel auf. Dieselbe Zahl herrscht auch im allgemeinen bei den *Pterodactylen* vor, doch scheinen Ausnahmen vorzukommen, indem beim gut erhaltenen Münchener Exemplare des *Pterodactylus Kochi* nach H. v. Meyer nur 7, bei *Pteranodon* sp. nach Eaton hingegen 9 Halswirbel auftreten. Wenn dies Tatsache ist, was für mich noch immer nicht ganz feststeht, dann wäre die schwankende Zahl der Elemente der Halsregion bei dem jüngeren *Pterosaurier*-Zweige ein vogelähnliches Merkmal desselben, während der ältere Zweig rein reptilartigen Charakter besäße.

Sicher ist, daß außerordentlich viel auf den Erhaltungszustand ankommt, welcher die Zählweise und Deutung des Wirbelsäulenabschnittes beeinflußt. Unter den Liasformen ist weder die Erhaltungsweise von *Dimorphodon* noch *Campylognathus* noch *Parapsicephalus (Scaphognathus Pourdoni)* derart, daß sie für die Zählweise bei *Dorygnathus* in Betracht käme. Nur das Regensburger Exemplar des *Rhamphorhynchus longicaudatus* Ammon und das Bonner des *Scaphognathus crassirostris* Gldf. gestatten direkte Beobachtungen. Auffallenderweise — bei gleicher Halswirbelzahl — besitzen beide 18 oder 19 praecaudale Wirbel nach den Beschreibungen von Goldfuß, Meyer und v. Ammon.

Wenn die Beckenregion gut erhalten ist, finden sich 4 Wirbel im *Sacrum* vereinigt, weshalb die Wahrscheinlichkeit sehr groß ist, daß auch beim Regensburger *longicaudatus* 4 Sacralwirbel vorhanden waren, deren Vorhandensein die Kleinheit des Exemplares und der Erhaltungszustand gerade dieses Abschnittes nicht genügend klar erkennen läßt; dann aber sind 15 *praesacrale* und 4 *sacrale* zu zählen; da bei diesem Exemplare ferner die 13 vorderen Wirbel gut sichtbare Rippen tragen, und sich dadurch als Rumpfwirbel von den zwei folgenden, rippenlosen Lendenwirbeln unterscheiden, scheint unzweideutig die Zusammensetzung der Rumpfpartie mit 19 Wirbeln fixiert zu sein. Ähnlich vortrefflich ist der Bonner *Scaph. crassirostris* genau bis zum Beckenende erhalten, und wird von 18 Wirbeln gebildet. Goldfuß (1831, p. 79) zählte irrtümlich nur 2 Sacralwirbel, vor denen 2 Lenden- und 15 Rumpfwirbel liegen. Bei Richtigstellung dieser Zählweise durch Abgabe eines Wirbels an die Halsregion (8 Wirbel!) verbleiben 16 Rumpf- und Lendenwirbel; von diesen fallen aber die angeblichen 2 Lendenwirbel noch dem Becken zu, sodaß bei Annahme der stets vorhandenen 2 Lendenwirbel 12 als eigentliche Brustwirbel verbleiben. Zur gleichen Zählweise ist auch H. v. Meyer (Fauna d. Vorw., p. 43) gelangt. Somit wäre zwischen beiden vortrefflich erhaltenen Exemplaren eine Differenz von einem Wirbel in der Rumpfregion. Plieninger (1907, p. 255) zählte beim Stuttgarter Exemplare des *Rhamph. Gemmingi* 12 Rumpf-, 1 Lenden- und 4 Beckenwirbel, also 17 Wirbel; allerdings ist gerade bei diesem Exemplare die Wirbelsäule in der Lendenregion unterbrochen, und E. v. Stromer nimmt in seiner zweiten Rekonstruktion des *Rhamph. Gemmingi* (1913, Bd. II, p. 52) 14 Rumpf-, 2 Lenden-, 4 Beckenwirbel, also im Ganzen 20 Wirbel an. Hier ist daher ein Mehr von 2 Wirbeln gegen *Scaphognathus*, respektive 1 gegen *Rh. longicaudatus* vorhanden.

Man kommt aus den Widersprüchen nicht heraus!

Ähnlich verhält sich die Sache bei den *Pterodactylen*, von denen sicherlich prächtige Exemplare in den Sammlungen liegen und ihren Platz in der Literatur gefunden haben. Will man aber Details des Körperbaues, wie z. B. die Gliederung von Rumpf und Becken kennen lernen, dann versagt unsere Kenntnis derselben.

Als geeignet, für die Beantwortung dieser Frage, erhalten kann nach der Literatur nur bezeichnet werden: *Pterodactylus dubius* Mstr. (Meyer, Fauna d. Vorw., p. 52, Taf. VI, Fig. 1, A. Wagner, Abh. Münchener Akad., Bd. VI, Teil 1, p. 148, Taf. 2, Fig. 1), das Münchener Exemplar mit vollständig erhaltenem Rumpf und Becken; das Münchener Exemplar des *Pt. elegans* Wagn. (Zittel 1882, p. 73, Taf. 13, Fig. 2 und 3); in weiterer Linie kommt *Nyctodactylus* nach Williston (1903) und *Pteranodon* nach der neuen Monographie von Eaton (1910) in Betracht.

Vorausgeschickt muß werden, daß die Beckenbildung der *Pterodactylen* von jener der *Rhamphorhynchen* insoferne abweicht, als die *Ilia* bei ersteren erheblich länger sind wie dort, wodurch die Anzahl der im *Sacrum* vereinigten Wirbel sich im Vergleiche zu den *Rhamphorhynchen* erhöht.

18—19 Wirbel setzen auch bei den *Pterodactylen* im allgemeinen den Rumpf- und Beckenabschnitt zusammen, doch gibt es verschiedene Abweichungen. Der Rumpf von *Pt. dubius* wird nach Wagner aus 10 Rumpf-, 3 Lenden- und 5—6 *Sacral*-Wirbeln gebildet (18—19). H. v. Meyer nimmt an, daß der erste Rumpfwirbel fehle, dann folgen 13 rippentragende und 6 *sacrale* Wirbel (20). Es ist aber überflüssig, einen fehlenden ersten Rumpfwirbel anzunehmen, vielmehr folgen in geschlossener Reihe 12 Wirbel mit Rippen — also Rumpfwirbel — ein Wirbel ohne diese, also ein Lendenwirbel, und 6 Wirbel, welche durch ihre Verwachsung sich als *Sacral*-Wirbel anzeigen. Es setzen daher 19 Wirbel den Rumpf-Beckenabschnitt zusammen. Die gleiche Wirbelzahl finden wir auch im Becken des *Pt. grandipelvis* Meyer (Fauna d. Vorw., p. 53, Tat. 6, Fig. 2, Taf. 8, Fig. 1). Ist es jedoch nur aus 5 Wirbeln gebildet, dann bleibt die Zahl 13 für Rumpf- und Lendenwirbel konstant: z. B. *Pt. suevicus* Quenst., *longicollum* Meyer, *longirostris* Cuv., *Kochi* Wagl., *elegans* Wagn., was nach dem Eimer'schen Kompensationsgesetze als Beweis dafür zu gelten hat, daß im früheren Falle ein Wirbel aus der *Caudal*-Reihe in das Becken aufgenommen worden ist.

Ganz anders verhalten sich angeblich oder tatsächlich die oberkretazischen *Pterosaurier*: im Rumpfabschnitte verschmelzen die 3—8 ersten Rumpfwirbel zum *Notarium*, dem 4 oder 5 freie Wirbel folgen, und an welche sich 6—10 zum *Synsacrum* vereinigte Beckenwirbel anschließen. Nach Eaton setzen bei *Pteranodon* 22 Wirbel den Rumpf-Beckenabschnitt zusammen, und zwar: 8 synostosierte, 4 freie Rumpf- und 10 synostosierte Beckenwirbel (22), während Williston (1903, p. 127, Taf. 40—44) von *Nyctodactylus* angibt: 1 freier, 3 synostosierte, dann 5 freie Rumpfwirbel sowie 7 verschmolzene *Sacral*-Wirbel (16). Wir beobachten daher bei beiden nahe verwandten und gleich alten *Pterosauriern* die enorme Differenz von 6 Wirbeln im gleichen Körperabschnitte, was — die richtige Beobachtung vorausgesetzt — nur durch ganz bedeutende Unterschiede im Flugvermögen erklärbar wäre, wenn nicht beide Gruppen, *Pteranodon* und *Nyctodactylus*, hochentwickelte Segler gewesen wären. Und dennoch zeigt *Pteranodon* gegen *Nyctodactylus* ein Mehr von 3 Wirbeln im vorderen Rumpfabschnitte!

A. Rumpfabschnitt des Wiener *Dorygnathus*-Exemplares.

(Fig. 20.)

Nach den vorangegangenen Ausführungen ist uns der Rumpfbeckenabschnit der Wirbelsäule bei den liasischen *Rhamphorhynchen* derzeit in seinen Details noch ungenügend bekannt, dagegen sehr gut bei den oberjurasischen Formen, und zwar setzt er sich bei *Rhamphorhynchus* selbst aus 19 Wirbeln (13 Rumpf-, 2 Lenden-, 4 Beckenwirbel), bei *Scaphognathus* nur aus 18 Wirbeln (12 Brust-, 2 Lenden-, 4 Beckenwirbel) zusammen.

Die Untersuchung unseres *Dorygnathus* ergab, daß er ebensoviele Wirbel in diesem Abschnitte enthält, wie der oberjurasische *Rhamphorhynchus*. Leider steht die Rumpfwirbelsäule deshalb im unangenehmen Gegensatze zum fast in geschlossener Serie erhaltenen Halsabschnitte, weil sie bis zum ersten Lendenwirbel zerfallen und erst von da ab wieder als zusammenhängende Folge erhalten geblieben ist.

Auch hier ist der Größenunterschied zwischen Hals- und Rumpfwirbel in die Augen springend und setzt sofort beim ersten Rumpfwirbel ein. Die Wirbel sind in den verschiedensten Lagen auf der Platte erhalten und verteilen sich nicht nur auf den, anscheinend in der Größe unveränderten Brustraum zwischen Schulter und Beckengürtel, sondern 3 Wirbel sind aus ihm herausgeschwemmt und liegen rechts neben dem 8. Halswirbel; es dürfte der 4., 5. und 6. Wirbel sein. Ich sage mit Absicht »dürfte« denn, weil die Wirbel teils von oben, teils von der Seite zu sehen sind, teils stehen sie gerade oder schräg empor, deshalb ist es unmöglich, Messungen vorzunehmen und sich nach ihnen zu richten. Es

Fig. 20.

Wirbelsäule, Rippen, Sternal- und Parasternalgebilde von *Dorygnathus*; Wiener Exemplar in natürlicher Lage; nat. Gr.

8. *cw* = 8. Halswirbel.
1—13 = 13 Rumpfwirbel.
14, 15 = 2 Lendenwirbel.
1—4 *s. W.* = 4 Sacralwirbel.
1—5 *c.* = 5 Caudalwirbel.
h 2—6 = 6 *Haemapophysen* derselben.

c 1—13 = 15 Rumpfrippen von links in angenommener Folge.
s l = Sternum mit 7 Ansatzstellen für Rippen.
c p = Parasternalrippen.
i l = Ilium.
f e = Femur.

hat den Anschein, als wenn die Rumpfwirbel nicht allmählich vom 1. zum 13. kleiner würden. Sie nehmen wohl in der Breite sukzessive ab, nicht aber an Länge. Der erste ist naturgemäß der größte, der 2. und 3., also jene, welche ventral gesehen unter dem *Sternum* liegen, sind bedeutend kleiner, der 4.—8. sind wieder länger, und dann erst nehmen der 9.—13. allmählich an Länge ab.

Der 1. Wirbel liegt knapp unter der linken *Scapula* und ist von oben zu sehen; der 2. Wirbel liegt links unter ihm, ist ebenfalls von oben entblößt und zeigt die vorgeschobenen *Praezygapophysen* und weitausladenden Querfortsätze; der Dornfortsatz ist zerdrückt, hingegen das Vorragen des Wirbelzentrums caudalwärts über den oberen Bogen ebenso wie die kurzen *Postzygapophysen* desselben zu sehen. Als 3. Wirbel ist jener anzunehmen, der rechts vom 1. liegt; er steckt schräg im Gesteine die caudale Convexseite des Wirbelkörpers nach oben, besitzt einen kurzen Dornfortsatz, unter dem das Neuralrohr sichtbar wird und ziemlich weit ausladende Querfortsätze. Der 4. Wirbel liegt mit den zwei folgenden rechts vom 8. Halswirbel und ist von unten und von der Seite zu sehen; sein Querfortsatz ist nach oben verschoben und *Prae-* sowie *Postzygapophysen* liegen frei; erstere ragen nach aufwärts, letztere liegen dem Zentrum fest an. Der 5. ist nur zum Teile sichtbar, der 6. von unten entblößt und läßt die, nach rückwärts über den Wirbelkörper etwas vorragende *Apophyse* frei. Der 7. Wirbel liegt rechts unter dem 2.; man sieht ihn von unten, daher die Unterseite der Querfortsätze; der 8. Wirbel liegt auf der Seite, das konvexe Ende des Körpers nach rechts abwärts gerichtet; auffallend ist seine verhältnismäßige Länge; der Querfortsatz zeigt gut die Ansatzstelle für die Rippenartikulation, während die *Zygapophysen* unscharf sind. Der 9. liegt rechts abwärts, von dem vorangehenden und ebenfalls auf der Seite; er ist erheblich kürzer als jener, zeigt die Höhe der oberen Bogen mit deutlichen *Zygapophysen* und einem recht hohen, oben gerundeten Dornfortsatze, während der Querfortsatz fehlt. Der 10. liegt links unterhalb, wendet die Unterseite nach oben und läßt die anscheinend auseinandergedrückten Querfortsätze samt der *Praezygapophyse* sehen. Der 11. Wirbel ist wieder von links unten zu sehen und liegt der rechten *Ulna* an; die *Postzygapophyse* ragt ziemlich weit über den Wirbelkörper vor. Der 12. und 13. Wirbel liegen nebeneinander. Gut sichtbar ist ersterer mit zarten, vorspringenden *Praezygapophysen* und stark nach rückwärts gewendetem, festem Dornfortsatze. Der letzte Rumpfwirbel steckt schräg im Gestein, mit der Rückseite nach oben und zeigt die Dorn- und Querfortsätze von rückwärts, darunter das Neuralrohr.

B. Lenden- und Beckenregion.

Die Serie der Lenden- und Beckenwirbel beim Wiener Exemplare ist vollkommen erhalten, liegt im Gegensatze zu den Rumpfwirbeln normal, ist also von oben zu sehen, und war in ihrem Zusammenhalte besonders durch die langen *Ilia* geschützt. Es treten zwei Lendenwirbel auf; beide sind kurz, kräftig gebaut und von oben zu sehen; Querfortsätze sind (z. B. am 1. Wirbel) kurz und etwas nach rückwärts gewendet, die Dornfortsätze kurz und hinter ihnen ist der obere Bogen tief eingekerbt; die *Praezygapophyse* ist schlank, ziemlich weit vorragend (vergl. 2. Wirbel), die *Postzygapophyse* kürzer und breiter (vergl. die rechten Seiten dieser Wirbel).

Der 1. Beckenwirbel zeichnet sich durch eine breite und lange, stark nach rückwärts gewendete *Sacral*-Rippe aus, deren Verwachsungsstelle mit dem Wirbel infolge Kleinheit des Objektes nicht gut sichtbar ist. Die Größe des Wirbels entspricht annähernd jener des 2. Lendenwirbels; der Dornfortsatz ist breit, massiv, etwas auf die rechte Seite hinüber gedrückt und läßt die *Prae-* und *Postzygapophysen* der linken Seite gut sehen, welche sich durch auffallende Länge und Stärke auszeichnen. Der 2. Wirbel ähnelt dem 1., ist aber etwas kürzer, ebenso seine *Sacral*-Rippe und umschließt mit jener des vorangehenden Wirbels eine relativ große Öffnung. Der 3. und 4. Wirbel werden allmählich kleiner, die *Sacral*-Rippen kürzer und auch die Lücken zwischen ihnen werden kleiner; trotz Verdrückung ist die 4. eben noch sichtbar. Der Dornfortsatz ist schon recht klein geworden.

C. Caudalregion.

Dieser Abschnitt der Wirbelsäule ist anscheinend fast vollständig erhalten. Die ersten Wirbel (1—3) liegen normal wie die Beckenwirbel, und der erste *Caudale* ist etwas unter die letzten *Sacralen* geschoben. Der 4. Wirbel ist etwas mehr gedreht und von der Seite zu sehen, während der 5. mit all den folgenden wieder mit der Unterseite nach außen liegt.

Vollkommen klar sind die drei vorderen nicht zu sehen; sie sind etwas länger als der letzte *Sacrale*, scheinen einen niederen langgestreckten Dornfortsatz zu haben, während auch kleine Querfortsätze fehlen, hingegen ist die Verbindung der Wirbel untereinander durch längere *Prae-* und kürzere *Postzygapophysen* eine sehr gute gewesen (vergl. Wirbel 4), wodurch eine gesicherte Bewegung des Schwanzes in der Vertikalen als Höhensteuer garantiert war. Der 4. Wirbel ist etwas kleiner als der 3., dagegen der 5. wieder etwas größer als der 4.; wie gesagt, ist nur sein Wirbelkörper zu sehen. Der 6. und 7. werden sukzessive länger; noch länger ist der 8. und nun bleiben die Wirbel bis zum 15. gleich lang und nehmen erst dann wieder an Länge ab; der letzte erhaltene (17.) ist gewiß nicht der letzte gewesen und mindestens sind noch 3 weitere gefolgt. Der Schwanz ist in gleicher Weise, wie es schon oft beschrieben worden ist, in eine massive Hülle von verknöcherten Sehnen eingebettet. Sie beginnt allmählich beim 4. Wirbel, wird massiger etwa bis zum 13. und nimmt dann rasch an Stärke ab. Wir sehen im Bereiche der drei letzten Wirbel nur mehr einzelne Knochenfäden sie begleiten. Der Schwanz war also relativ kurz und schwer und sein Gewicht scheint auch die Ursache der Abknickung beim Mazerationsprozeß im bewegten Wasser gewesen zu sein. Spuren einer Verbreiterung oberhalb des Schwanzendes fanden sich nicht, und jene zwischen dem 11. und 14. Wirbel ist wohl nur als zufällig aufzufassen.

Chevron bones, wie sie Plieninger von *Campylognathus* (1894, p. 208, Fig. 2) angeführt hat, sind hier unter dem 3.—6. Wirbel liegend und von keilförmiger Gestalt, am besten unter dem 4. Wirbel zu sehen; dann verschwinden sie in der Hüllmasse der verknöcherten Sehnen.

Die oben angeführten Details der Schwanzbildung unterscheiden *Dorygnathus* von *Campylognathus* und *Rhamphorhynchus*, welche sich beide durch einen auffallend langen Schwanz auszeichnen. Während bei *Campylognathus* sich die Rumpf- zur Schwanzlänge ungefähr wie 1 : 4, bei *Rh. longicaudatus* nach v. Ammon sogar wie 1 : 5, nach v. Zittels Exemplar nur wie 1 : 3 verhält, ist das Verhältnis hier kleiner wie 1 : 3, ja beim oft besprochenen Berliner Exemplare nur wie 1 : $1^1/_2$. Es kommen also im Lias nebeneinander länger und kürzer geschwänzte *Rhamphorhynchen* vor.

D. Rippen, sternale und parasternale Bildungen.

Wir haben oben gesehen, daß wir 13 Rumpfwirbel anzunehmen haben und müssen daher 13 Rippenpaare erwarten. Von der linken Körperhälfte sind sie so ziemlich vollständig erhalten; wir zählen 13 mehr weniger mit dem Kopfe gegen die Wirbelsäule und mit dem spitzen Ende gegen links außen gerichtete Rippen, während von der rechten Seite nur 8 Rippen vorliegen. Übereinstimmend sind an beiden Seiten 6 Paar zweiköpfige Rippen erhalten; die folgenden (7—13) sind sicher alle einköpfig gewesen. Sie sind an Länge und Stärke untereinander verschieden: die vorderen, zweiköpfigen sind mit kurzem, kräftigen *Capitular-* und längerem, schlanken *Tubercular*-Teile; caudalwärts verkürzt sich der letztere mehr und mehr, wir können aber nicht genau angeben, von welchem Wirbel angefangen die Rippe auf den oberen Bogen allein übergegangen ist; vielleicht vom 4. ab.

Kurz, kräftig, wenig gebogen sind die beiden ersten Rippenpaare; das nächstfolgende (3.) ist schon erheblich größer und bedeutend schlanker; vom 4. Paare liegt die linke Rippe quer über dem *Sternum* und ist namhaft länger als die dritte, ja sie ist die längste Rippe, denn die 5. ist wieder kleiner und besitzt ungefähr die Länge der 3.; die 6. ähnelt an Länge der 5. Zwischen dieser und der 4. liegt eine einköpfige Rippe, deren Länge ungefähr jener der 4. entspricht. Ich kann mir nicht

vorstellen, daß 2 lange Rippen durch mehrere kurze getrennt waren, weshalb ich jene lange, einköpfige Rippe als *Sternocostale* eben jener 4. Rippe auffasse.

Von der rechten Seite liegen außer den oben erwähnten vier noch zwei weitere zweiköpfige Rippen vor, deren Länge deshalb nicht klar zu beobachten ist, weil die distalen Enden eng aneinander liegen; weitere einköpfige Rippen der rechten Seite fehlen, und scheinen also entweder noch im Gesteine zu liegen oder verschwemmt zu sein. Die einköpfigen Rippen (7—13) lassen sich im allgemeinen schwer in eine Folge bringen, auch läßt sich nicht genau feststellen, wie viele von ihnen vorhanden sind oder fehlen; zum Beispiele die 8. und 9., an dem 12. Wirbel und links unterhalb liegend, scheinen vorhanden zu sein; ferner sieht man auf der Platte noch kürzere Rippenstücke, z. B. links vor dem *Sternum*, quer über dieses gelegt, zwischen dem 4. *Sternocostale* und der 5. Rippe, links und rechts von dieser etc., die wir alle als *Sternocostalia* auffassen möchten.

Parasternalia (Bauchrippen) liegen ebenfalls vor; die größte (wohl die erste von links) neben Wirbel 13, drei weitere zwischen diesem und dem ersten Lendenwirbel. Höchstwahrscheinlich sind 6 Paare vorhanden gewesen, wie bei anderen *Rhamphorhynchen*, und werden direkt Anschluß an die oben erwähnten 6 Paare freier Rippen der hinteren Rumpfpartie gefunden haben. Sie besitzen ähnliche Gestalt wie sie von *Campylognathus* durch Plieninger vom Pittsburger Exemplare beschrieben wurde (1907, p. 222, Fig. 1). Hier aber scheiden sich kein Median- und keine lateralen Stücke aus, sondern die lateral spitz endenden Stücke legen sich median, einen stumpfen Winkel bildend, eine kurze Strecke weit übereinander; das mediane Kniestück ist natürlich verbreitert und verdickt. Auffallend ist die geringe Anzahl der weit voneinander abstehenden *parasternalen* Rippen, von denen je ein Paar auf jede Rippe, respektive jeden Wirbel entfällt. Zwischenbildungen fehlen aber und waren vielleicht nur knorpelig in der Bauchachse vorhanden. In ähnlicher Gestalt scheinen die Bauchrippen bei allen *Rhamphorhynchen* gewesen zu sein, gewisse Abweichungen, natürlich in engen Grenzen als Gattungsmerkmale zugegeben. Bei den *Pterodactylen* fehlt das winkelige Mittelstück und die Rippen stoßen mit verdickten Enden in der Medianlinie zusammen (vergl. Zittel, Palaeontogr., Bd. 29, Taf. 13, Fig. 1). *Processus uncinatus* der Bauchrippen kommen bei *Sphenodon* in abgerundet rhombischer Gestalt vor, und zwar sind je zwei Paar Bauchrippen durch ein Stück verbunden (vergl. Günther, 1867, Taf. 2, Fig. 20). Bei *Rhamphorhynchus s. s.* sind es wohl schräge gestellte, längere, Zahnstangen ähnlich ausgeschnittene Stücke gewesen, welche in der Flanke gelagert mehrere Parasternalrippen verbanden und, sich aneinander anschließend, in der Zwei- bis Dreizahl jederseits auftraten. Sie sind besonders bei den verschiedenen Exemplaren des *Rh. Gemmingi* erhalten geblieben (vergl. Meyer, Fauna d. Vorw., Taf. 9, 10, oder A. Wagner, Abh. Bayr. Ak., Bd. 8, Taf. 16), weshalb sie v. Stromer in seine Rekonstruktion dieser Art aufgenommen hatte. Ob diese länglichen, parasternalen Verbindungsstücke auch bei anderen *Rhamphorhynchen*-Genera vorkommen, entzieht sich meiner Kenntnis; abgebildet finden wir sie nicht und *Dorygnathus* speziell fehlen sie sicher; auch den *Pterodactylen* scheinen sie zu fehlen.

Gestalt und Größe des ***Sternums*** weichen erheblich von den bisher bekannten Sternalien der Pterosaurier ab. Übereinstimmend ist vorerst nur jenes von *Tribelesodon* — nach einer freundlichen Mitteilung von F. Baron Nopcsa. Das *Sternum* liegt auf der Platte links von der Körperachse, zwischen dem *Coracoid* und den Knochen des Unterarmes und dürfte die Außenseite nach oben kehren. Es ist ein auffallend kleines, anscheinend kräftiges Stück von triangulärer Gestalt. Die untere Spitze ist breiter abgerundet, die oberen Ecken etwas abgeschrägt und die obere Begrenzungslinie in der Mitte leicht eingebuchtet. Eine *Crista*, wie sie bei *Campylognathus* (Plieninger l. c., Fig. 1), *Rhamphorhynchus* (ib. Fig. 11, Taf. 17 oder v. Stromer 1913, Taf. 3) oder auch bei *Pterodactylen* (H. v. Meyer l. c., Taf. VII, Fig. 3, Plieninger l. c., Fig. 21 u. A.) bekannt geworden ist, finden wir also nicht. Ähnlich diesbezüglich verhält sich nur *Tribelesodon* und vielleicht auch *Scaphognathus*, welchem nach H. v. Meyer's trefflicher Abbildung die *Crista* ebenfalls fehlt; die Gestalt ist hier nicht triangulär, sonderntrapezförmig mit gerundeten Unterseiten und einer proximal und median leicht aus-

gebauchten oberen Begrenzungslinie. Die Möglichkeit, daß die *Crista* abgebrochen sei, ist ja vorhanden, scheint aber für das Wiener Exemplar nicht gegeben zu sein, ebensowenig wie für das mehrfach erwähnte Berliner Exemplar.

Sieht man genauer zu, dann findet man an den oberen abgestutzten Ecken je eine Einkerbung; links ist die Verbindung mit dem *Coracoid* noch fast intakt und daher dient die Einkerbung rechts ebenfalls für die Einfügung des distalen *Coracoid*-Endes der anderen Seite. Die *Coracoide* fügten sich bei *Dorygnathus*, also nicht seitlich eines anzunehmenden Episternums ein, wie es die Stromer'sche Rekonstruktion bei *Rhamphorhynchus* annimmt (1913, Bd. 2, Taf. 3), sondern ihrer größeren Länge und dem kleineren, anders geformten *Sternum* entsprechend, an die oberen Ecken desselben an. Das ist eine Beziehung zwischen *Sternum* und *Coracoid*, wie wir es bei den Vögeln finden. Dieser Anschluß der *Coracoide*, wie wir glauben auf der Oberfläche des *Sternums*, ist auch bedingend für die Annahme gewesen, daß es mit der Außenfläche nach oben liegt. Natürlich ist auch der Ansatz der oberen *parasternalen* Rippen ganz anders als er von Stromer nach dem Muster von *Sphenodon* angenommen wurde.

Von den sechs Paar zweiköpfigen Rippen sind drei Paare mit dem *Sternum* mittels knorpeliger *Sternocostal*-Spangen in Berührung gestanden, denen sicher knöcherne Rippenstücke eingelagert waren, welche wir in wechselnder Länge und Stärke auf der Platte verstreut finden. Die Annahme, daß nur die drei ersten Rippenpaare mit dem *Sternum* in Verbindung standen, geht aus dem Vorkommen von drei verdickten Stellen am *Sternal*-Rande hervor: knapp unter der *Coracoid*-Kerbe, knapp unter dem aufliegenden *Radius* und in der Mitte zwischen beiden, was besonders gut an der linken Kante zu sehen ist.

Wegen der Kürze des *Sternums* und der Länge der Rippenbogen ist wohl eine knorpelige Verlängerung desselben nach abwärts anzunehmen, welche die Medianteile vielleicht der drei folgenden Rippen untereinander in festere, wenn auch flexible Verbindung gebracht hat, ähnlich wie wir dies bei den Krokodilen finden.

Im alten Banzer Materiale Theodoris sind (l. c., p. 24, Taf. 1, Fig. 4 und 5) zwei »Wirbelbeine« abgebildet, welche als Halswirbel aufgefaßt waren. Ich habe oben schon die Vermutung ausgesprochen, daß diese Annahme irrig sei. Ein Vergleich der Fig. 4 mit den Wirbeln unseres *Dorygnathus*-Exemplares ergibt, daß es sich höchstwahrscheinlich um einen Lendenwirbel handelte, dessen breite Querfortsätze abgebrochen sind. Der kleinere Wirbel (Fig. 5) dürfte dem 4. Caudalwirbel entsprechen, welcher einen größeren Grad von Beweglichkeit besessen haben muß; außerdem ist eine zweiköpfige Rippe (Fig. 6) abgebildet, die wegen des weiten Spannraumes der Gelenkköpfe dem vorderen Rumpfabschnitte angehört haben muß.

Die Rekonstruktion des Brustkorbes ist infolge des kleinen *Sternums* und der langen mittleren Rippen schwierig. Seine Wölbung ist sicher ganz bedeutend gewesen, um Platz für die Lungen und Luftsäcke, sowie Ansatz für die kräftige Muskulatur zu bieten. Und da die ersten zwei Rippen im Vergleiche zur 3. und 4. kurz sind, muß die *Sternal*-Platte ziemlich schräge gestanden oder gekrümmt gewesen sein, denn sie bietet der 3. *Sternocostal*-Rippe noch eine Ansatzstelle; die 5. und 6. Rippe nehmen an Länge ab und entsprechen ungefähr jener der 3.; die 3.—13. Rippen sind auffallend zart, ebenso wie die zugehörigen *Sternocostalien* und müssen daher einen besonderen Elastizitätsgrad besessen haben. Wir gehen sicher nicht fehl, wenn wir eine knorpelige *Sternal*-Verlängerung in der Bauchachse für 3 Paare zweiköpfiger Rippen annehmen. Ob die auffallend kurzen *parasternalen* Rippen lose in der Bauchmuskulatur eingelagert oder ebenfalls in knorpeliger Verbindung untereinander oder mit den Rippen standen, ist vollkommen zweifelhaft.

Die merkwürdige Länge der 3.—6. Rippe scheint eine Analogie in den osteologischen Details beim unterkretazischen *Nyctosaurus* zu finden. Williston (1903, p. 137) beschreibt, daß von den 4 ersten Rumpfrippen mindestens die drei ersten beim erwachsenen Individuum mit dem Wirbelzentrum verwachsen waren; von der 5. Rippe ab waren sie nur mehr einköpfig, schlank und lang

und die längste war die 5. selbst, die folgenden aber allmählich kürzer werdend. Eben die Länge und Zartheit derselben brachten Williston auf die Vermutung, daß sie keineswegs die Bauchhöhle umschlossen haben, sondern zum Teile frei in die Flughaut einsprangen und beim Spannen derselben eine bestimmte Funktion hatten, ähnlich wie bei *Draco*. Was hier Williston in die Form einer Vermutung kleidete, hat im »Handbuche der Biologie« Hilzheimer (1913, p. 321) schon als feststehende Tatsache angenommen!

Ich kann mich dieser Annahme nicht anschließen, weil die Rippenlänge für die Mitfunktion bei Spannung der Flughaut denn doch zu gering ist. Bei *Draco* ist die Länge dieser Rippen, welche beim Ausbreiten des Fallschirmes funktionierten, annähernd der ganzen Rückenlänge entsprechend, hier sicher kaum halb so lang; es hätten daher nur kurze Rippenspitzen in das *Patagium* hineingereicht, welche die Faltung desselben in der Ruhelage mehr behindert, als das Aufspannen erleichtert hätten.

Je nach Gattung, eventuell auch nach Art verschieden, ist bald die 4., bald die 5. Rippe die längste. Das gilt für die *Rhamphorhynchen* ebenso wie für die *Pterodactylen*. Bei Plieninger (1907, p. 298) finde ich aber die Angabe, daß bei ersteren vielleicht alle Rippen zweiköpfig waren, bei letzteren sicher die meisten. Aus obigem ist die Annahme für *Rhamphorhynchus* widerlegt und ähnlich sind die Verhältnisse auch bei den *Pterodactylen* gewesen.

III. Schultergürtel.

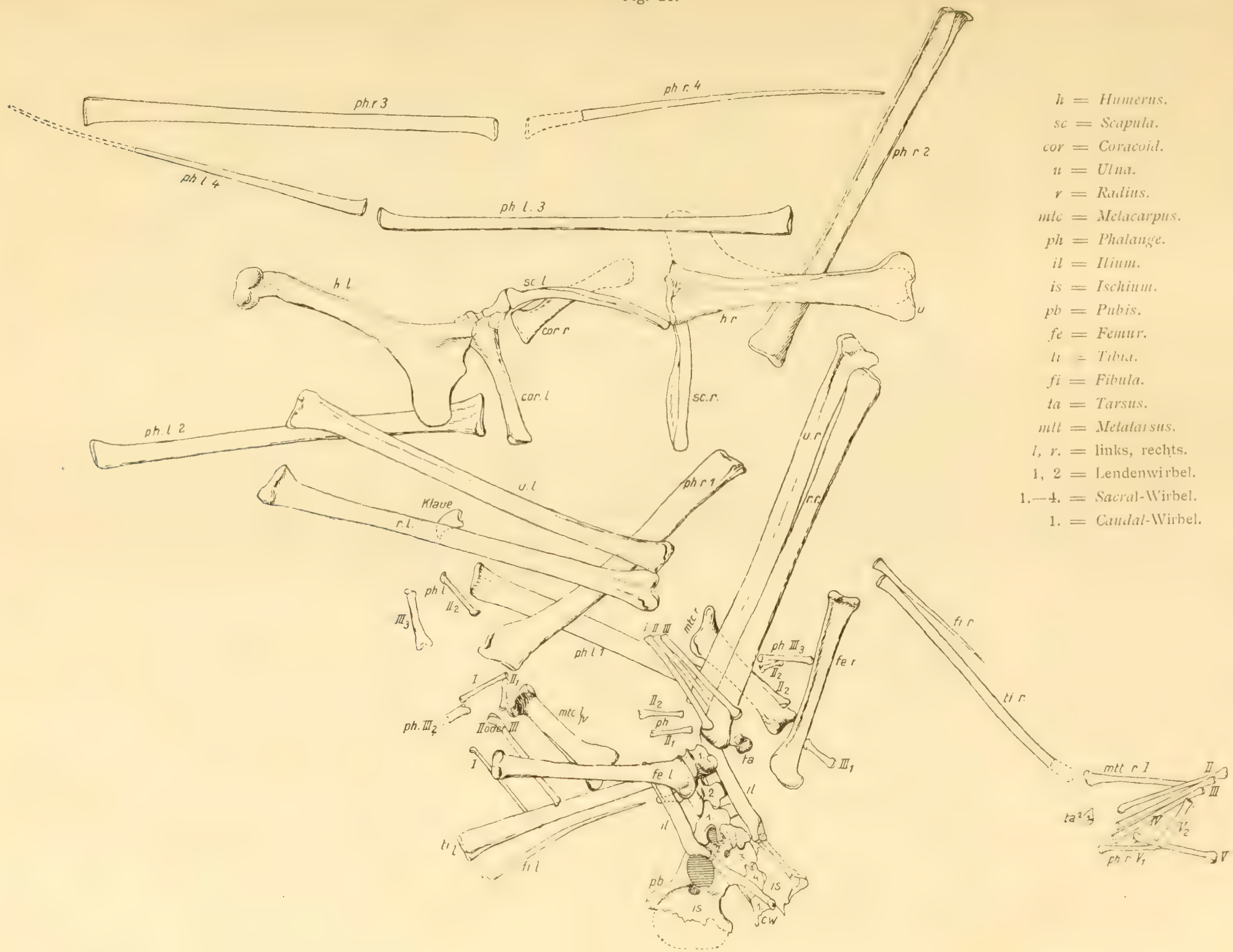
(Fig. 21.)

Beim Wiener Exemplare sind die Elemente beider Schultergelenke erhalten; von links ist *Scapula* und *Coracoid* in normalem Zusammenhange vorhanden, die *Scapula* quer über der Wirbelsäule liegend, das *Coracoid* im Anschlusse an das *Sternum*. Von rechts sind beide Teile zerfallen, der distale Teil der *Scapula* liegt parallel zur Wirbelsäule, der proximale wird vom *Humerus* verdeckt, während das *Coracoid* auf der linken Körperseite liegt, sein proximaler Teil unter der linken *Scapula*, der distale unter dem 8. Halswirbel und dem Haufwerk zusammengeschwemmter Rumpfwirbel rechts von ihm.

Scapula und *Coracoid* besitzen jene Form, die schon Theodori (p. 25) beschrieben und (Taf. I, Fig. 2, *B*, 7—10) abgebildet hatte. Ersterer ist ein schlanker, säbelförmiger, distal verbreiterter Knochen, letzterer kürzer, distal etwas weniger, proximal dagegen stärker verbreitert und von leichter Biegung. Die *Fossa glenoidalis*, begrenzt von den beiden *Labren (glen. scap.* und *glen. cor.)* wird von der *Scapula* allein gebildet, was nicht bei allen Flugsauriern der Fall ist. Die Stellung der *Scapula* in bezug auf die Wirbelsäule ist, soweit mir bekannt, nur selten in ungestörter Lage erhalten geblieben. Die Vorderextremität wurde mitsamt der Flughaut im bewegten Wasser beim Mazerationsprozeß sicher aus dem Gelenk herausgelöst und damit auch der Schulterbogen von der Wirbelsäule abgetrennt.

Die Normalstellung ist wohl vogelähnlich gewesen, distal an die Körperachse angelegt, proximal ziemlich weit für die Kapazität des Brustkorbes auseinander tretend. *Scapula* und *Coracoid* sind bald ständig synostosiert, bald weniger fest verwachsen oder vollkommen getrennt. Da bei der gleichen Art sowohl das eine wie das andere beobachtet wird, scheint die Synostose ein Altersmerkmal zu sein. Stärker gekrümmt ist immer der längere Knochen, die *Scapula*, und zwar in der Gelenkgegend, weniger das kürzere *Coracoid*; beide zeigen auf der inneren, der Körperseite, eine gerundete Umrißlinie, die je nach der Lage der Schulterbogenstücke besser oder schlechter hervortritt. Besonders gut bei *Dimorphodon macronyx* Buckland (1829, Taf. 27), *Rhamphorhynchus Gemmingi* Wagner (= *longimanus* Wagner 1860, Taf. 17, Münchener Exemplar), bei Plieninger (1907, Taf. 17, Stuttgarter Exemplar), H. v. Meyer, Faun. d. Vorw. (Taf. 10, Fig. 1, Haarlemer Exemplar). Noch

Fig. 21.



h = *Humerus.*
sc = *Scapula.*
cor = *Coracoid.*
u = *Ulna.*
r = *Radius.*
mtc = *Metacarpus.*
ph = *Phalange.*
il = *Ilium.*
is = *Ischium.*
pb = *Pubis.*
fe = *Femur.*
ti = *Tibia.*
fi = *Fibula.*
ta = *Tarsus.*
mtt = *Metatarsus.*
l, r. = links, rechts.
1, 2 = Lendenwirbel.
1.—4. = *Sacral*-Wirbel.
1. = *Caudal*-Wirbel.

Schulter und Beckengürtel, Extremitätenskelett des Wiener Exemplares von *Dorygnathus*. Die Flugfingerphalangen sind der Raumersparnis halber in der Lage etwas verändert. Um weniger als $^1/_3$ der nat. Gr. verkleinert.

breiter gerundet, nur im inneren Gelenkteile etwas geradlinig abgeändert, ist dieser Verlauf bei den *Pterodactylen*, u. zw. besonders gut zu sehen bei *Pt. suevicus* Quenst. (Plieninger, 1907, Fig. 22, 23), *Pt. longicollum* H. v. M. (ibid. Fig. 31) *Nyctosaurus gracilis* Williston (1903, Taf. 43. Fig. 6) oder *Pteranodon ingens* Eaton (1910, Taf. 17, Fig. 1), auch bei *Ornitocheirus Sedgwickii* Owen (Monogr. Suppl. 1, Taf. 3, Fig. 1).

Die humerale Gelenkpfanne wird sicher bei allen älteren *Rhamphorhynchiden* von der *Scapula* allein getragen und auch das *Labr. glen. cor.* liegt auf ihr allein. Erst bei *Rh. Gemmingi* des Tithon (Münchener Exemplar l. c., Stuttgarter Exemplar l. c.) rückt es nach abwärts, mehr auf die coracoidale Seite, deren *Labrum* nun vom *Coracoid* bestritten wird. Ganz anders liegen die Verhältnisse bei den *Pterodactyliden*; bei ihnen wird die Gelenkpfanne für den *Humerus* von beiden Schulterknochen gebildet und die beiderseitigen Randwülste liegen auf der *Scapula* und dem *Coracoid*, wie wir sowohl bei den Tithonformen *Pt. longicollum* und *suevicus* als bei jenen der Unter- und Oberkreide *Ornithocheirus Sedgwickii*, *Pteranodon ingens* und *Nyctosaurus gracilis* sehen.

Zuweilen tritt hier noch eine Art Verstärkung der Gelenkpfanne in Form einer inneren Leiste auf, welche den *Scapula-Coracoid*-Bogen verstärkt und auch durch ein Foramen perforiert sein kann, wie wir bei *Pteranodon ingens* oder *Nyctosaurus gracilis* beobachten können.

So wie die Größe des Winkels schwankt, unter welchem *Scapula* und *Coracoid* zu einander gestellt sind, ebenso schwankt auch die Spannweite des Schulterbogens betreffs Höhe und Weite sowie ihr Verhältnis zum *Humerus*, was besser bei Besprechung desselben vorgebracht werden wird. Auffallender Weise sind in der Knochenbreccie von Banz, aus welcher das alte Theodori'sche Material stammte, die Schulterblätter von »mehreren Exemplaren« (p. 25) erhalten geblieben. Auf Theodoris, Taf. 1, gehört sicher Fig. 2*B* dem einen, Fig. 7, 8, 9 dem zweiten Exemplare, Fig. 10 möglicherweise wieder dem ersteren an, wie die erheblichen Größenunterschiede zwischen ihnen verraten.

IV. Vorderextremität.

Erhalten sind der *Humerus* von links und rechts, je auf ihren Körperseiten, ungefähr in der normalen Schulterhöhe liegend; ferner *Ulna-Radius*, ebenfalls von beiden Seiten und so ziemlich auf diesen auch gelagert; der *Carpus* beider Seiten ist zerfallen und nur einzelne Elemente desselben sind im Knochenhaufwerk (oberhalb des Beckens) erkennbar; je 2 *Metacarpalia* liegen neben dem Flugfinger-*Metacarpus*, dessen rechter z. T. aus dem Haufwerk hervorsieht. Vom linken Flugfinger liegt *Phalange* 1 mit dem Metacarpalgelenk ebenfalls in der Knochenanhäufung, ziemlich rechtwinkelig unter dem rechten Unterarm, *Ph.* 2—4 (letzterem fehlt die Spitze) sind vorhanden und reihen sich, auf der linken Körperseite liegend, so ziemlich aneinander; vom rechten Flugfinger liegt das 1. *Phalangen*-Glied mit der proximalen Gelenkpfanne links von der Körperachse und gegen aufwärts gerichtet; ihm folgen sodann *Ph.* 2—4 über den Kopf hinaus ebenfalls nach aufwärts gewendet. Im Großen und Ganzen sind also die Vorderextremitäten gut erhalten und bis auf *Carpus, Metacarpus* und Krallenfinger mit Sicherheit rekonstruierbar.

1. *Humerus.*

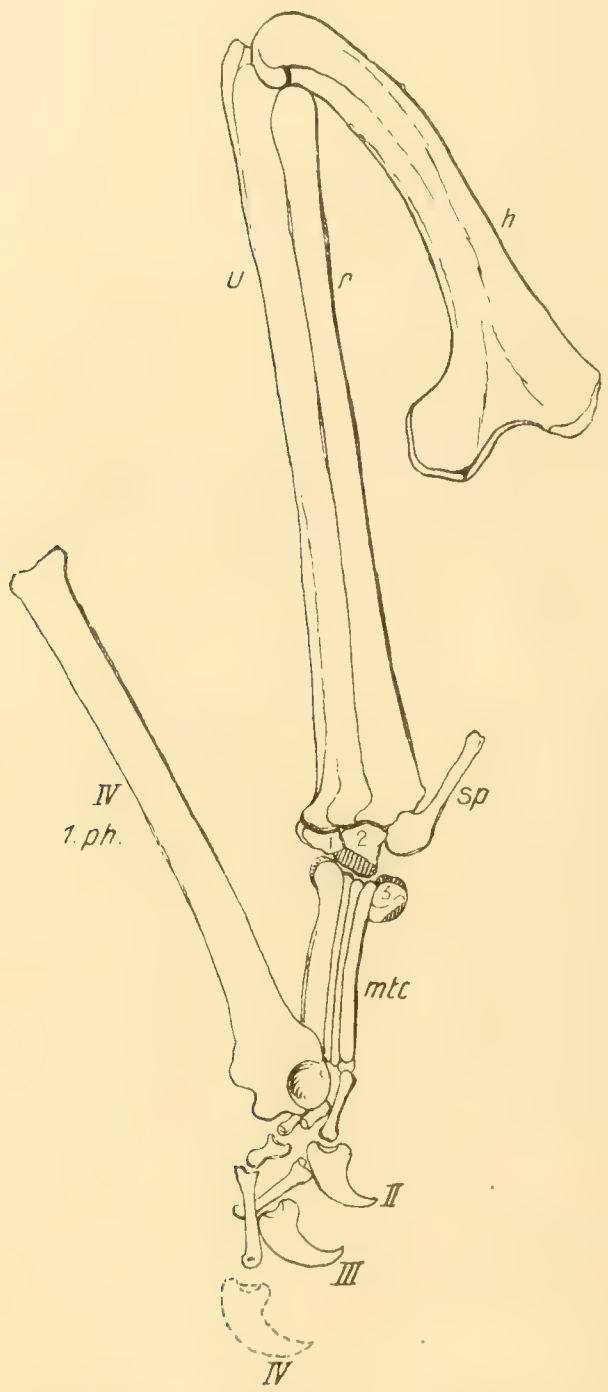
(Fig. 22.)

Der *Humerus* ist ein im Vergleich zum Unterarme kurz gedrungener Knochen, proximal breitflügelig mit leicht geschwungenem Schafte und gut entwickelten distalen Gelenkköpfen für *Ulna* und *Radius*. Zur richtigen Auffassung der Lage des *Humerus* im Skelette unseres Exemplares geht man vom linken *Coracoid* aus. Es liegt in Bezug auf das *Sternum* so ziemlich in natürlicher Lage und ist, um richtig zu stehen, nur um weniges distal nach rechts zu verschieben. Da wir das Schultergelenk

von oben sehen, ist die *Scapula* fast um 90° herab in der Richtung der Körperachse zu drehen; ähnlich auch der *Humerus*, aber um 180° nach aufwärts, weil wir auf der Platte seinen *Processus lateralis* nach abwärts gerichtet und die Gelenkrollen dorsal liegend sehen, während sie in Normalstellung ventral gerichtet liegen und der *Proc. later.* nach aufwärts stehen muß. Dementsprechend liegt der rechte *Humerus* richtig, mit der Außenseite nach außen, nur ist er verquetscht, weshalb sein distales Gelenk zu breit erscheint und sein *Proc. later.* anscheinend weggebrochen ist.

Die Form des *Humerus* hat dieselbe Gestalt, welche wir am *Dorygnathus-Humerus* bei Theodori (l. c., Taf. I, Fig. 11) schon kennen gelernt haben, charakterisiert durch eine ziemlich einseitige Gestalt, im Vergleiche zum *Proc. medial.* mit weitausladendem *Proc. later.*, schlankem Schaft und kleinem Kugelgelenk. Angenommen, daß der Schulterbogen (Fig. 9) zum gleichen Exemplare gehöre, wie der eben genannte *Humerus*, dann besteht zwischen diesem und dem neuen Wiener Exemplare ungefähr das gleiche Verhältnis zwischen der Länge des *Humerus* und der Höhe des Schulterbogens.

Fig. 22.



Rechte Vorderextremität des *Dorygnathus*-Exemplares der Universität Löwen; nat. Gr.

Vergleichen wir in derselben Weise die anderen Flugsaurier, dann finden wir, daß sich dies Verhältnis entweder durch Verkürzung des *Humerus* oder durch Verlängerung der Knochen des Schulterbogens verändert. Unter den *Rhamphorhynchen* hat der unterliassische *Dimorphodon*[1] den längsten *Humerus*, welcher sich bei ähnlichem Größenverhältnisse der Schulter schon beim oberliassischen *Dorygnathus* etwas verkürzt. Unter den oberjurassischen Formen ist er bei *Rh. Gemmingi* noch stärker reduziert, am stärksten bei *Rh. Kokeni*, bei dem zugleich die Schulterelemte verlängert zu sein scheinen. Die oberjurassischen und oberkretazischen *Pterodactylen* zeigen ähnliche Maßverhältnisse wie die unterjurassischen *Rhamphorhynchen:* einen langen Oberarm und verhältnismäßig kurzen Schulterbogen, z. B. bei *Pt. suevicus* Quenst., *longicollum* Meyer, *Nyct. gracilis* Will., und erst bei *Pteranodon ingens* Marsh finden wir eine relative Vergrößerung der Schulter neben einer Verkürzung des Oberarmes. Der jüngste *Pterodactylide* erreicht also die gleichen Verhältnisse erst in der Oberkreide, welche die *Rhamphorhynchiden* schon im Oberjura ausgebildet hatten. Daß dies mit der Flug- oder Segelfähigkeit im Zusammenhange stand, erscheint naheliegend.

Im Banzer Materiale Theodori's waren 2 *Humeri* vorhanden, von denen einer (Taf. 1, Fig. 11 *A—F)* abgebildet worden ist, welcher einem erheblich größeren Exemplare angehörte, als es das Wiener ist, was auch aus den Dimensionen seines Schulterbogens hervorgeht. Außerdem befinden sich in der Tübinger Universitätssammlung noch zwei Holzmadener Platten (Plieninger 1907, p. 228, Taf. 15), welche lediglich Extremitätenknochen aufweisen. Auf der abgebildeten sind beide *Humeri* erhalten, die einem etwas kleineren als dem Wiener Exemplare angehören.

[1] Für hier und im folgenden gelten die früheren Literaturangaben.

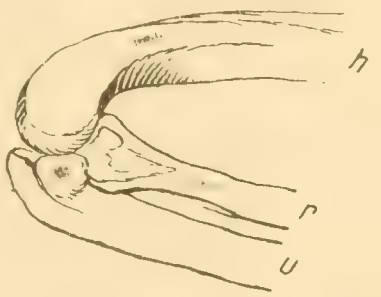
2. *Ulna* und *Radius*.

Beim Wiener Exemplare sind die Knochen beider Unterarme erhalten. Sie liegen rechts und links von der Körperachse paarweise beisammen und reichen bis in die Rumpfwirbel-Lage.

Vom linken Unterarme liegt das Distalende nach auf- und auswärts, das Proximale nach einwärts in die Wirbelregion; er ist daher in das Oberarmgelenk nur dann richtig einzulenken, wenn er aus der Ebene heraus um das Distalende und um zirka 180° gedreht wird; dann liegen die jetzt die Innenseite zeigenden *Ulna* und *Radius* richtig, die *Ulna* aus- und der *Radius* einwärts und zeigen die Oberseite. Beide sind annähernd von gleicher Stärke, doch die *Ulna* der etwas stärkere Knochen besonders in der Proximalregion. Da beide aber in einem stumpfen Winkel zueinander stehen, wird je nach der zufälligen Lage der Einbettung mitunter sogar der *Radius* als der stärkere Knochen erscheinen können. Auf jeden Fall ist die *Ulna* etwas länger und ragt wegen des Oberarmgelenkes distal etwas über den *Radius* vor, während dieser wieder im Carpalgelenke, allerdings nur um weniges, vorragt.

Vom rechten Unterarme liegen die Knochen in normaler Skelettlage nebeneinander und zeigen die Innenseite. Da der *Radius* außen, die *Ulna* innen liegt, sind sie ebenfalls um zirka 180° um die *Ulna*-Achse herumzudrehen. Von beiden Armen sind, wahrscheinlich durch den Druck der emporragenden Flügelflächen bei der Mazeration, zuerst die Muskeln und die Verbindung im Ellenbogengelenk gerissen.

Fig. 23.



Rechtes Oberarmgelenk von *Campylognathus Zitteli* Plien., Berliner Exemplar; nat. Gr.

Ein *Olecranon* ist nirgends recht nachzuweisen, war höchstens als kleines Sesambein vorhanden und vielleicht auch deshalb nicht einmal nötig, weil die *Ulna* zur Aufnahme des ulnaren *Humerus*-Condylus entsprechend schräg gestellt und ausgeschnitten war. Das ist schön zu sehen am rechten Arme des *Dorygnathus*-Exemplares der Universität Löwen (Fig. 22), von dem wir auch eine photographische Reproduktion auf Taf. II bringen, und am *Campylognathus*-Exemplare des Berliner Museums für Naturkunde (Fig. 23).

Vom alten Banzer Materiale wird durch Theodori *Ulna* und *Radius* von beiden Körperseiten abgebildet (Taf. II, Fig. 8—10). Das Verhältnis zwischen *Humerus* und *Ulna—Radius* ist hier wie 1 : 1·3; beim Wiener Exemplare wie 1 : 1·4, beim Löwener Exemplare wie 1 : 1·4 und beim Berliner Exemplare wie 1 : 2. Diese merkbaren Unterschiede sind wohl kaum als spezifische, sondern vielmehr nur als individuelle, vielleicht sogar als sexuelle zu deuten, wenn sie nicht zum Teil auf Zufälligkeiten der Einbettung zurückzuführen sind. Auch auf der früher erwähnten Tübinger *Dorygnathus*-Platte sind beide Unterarmknochen von beiden Seiten erhalten.

3. *Carpus* und Spannknochen *(Pteroid)*.

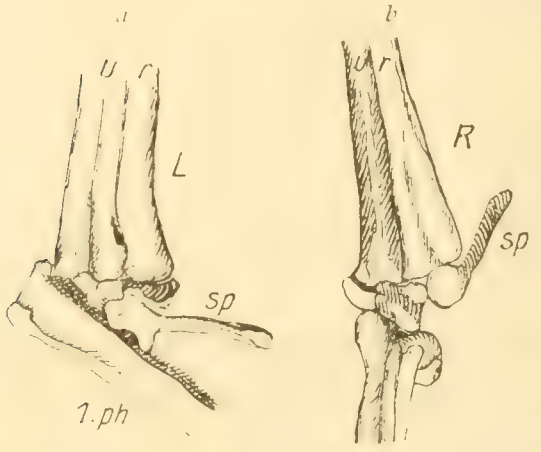
Die Carpalknochen sind im Zusammenhange beim Wiener Exemplare nicht erhalten; sie dürften verstreut unter dem aus Wirbeln, Rippen, Phalangen und Metatarsen gebildeten Haufwerke rechts oberhalb des Beckens zu finden sein. Theodori lag ein gerundet-trapezförmiges *Carpale* vor (l. c. Taf. II, Fig. 1, *A—G*), das nach der Gestalt und den deutlichen Articulationsflächen für *Ulna* und *Radius* (Fig. 1, *C*) zu schließen, das große Element der proximalen Reihe gewesen sein muß. Dasselbe ist nach Plieninger (1907, p. 232) auch auf der einen Tübinger *Dorygnathus*-Platte erhalten.

Beim Löwener Exemplar sind die Carpalia beider Seiten vollständig vorhanden. Die Photographie zeigt sie aber nicht mit genügender Klarheit. Ich glaube, so wie es die Skizze (Fig. 24) andeutet, 3 Carpalknochen zu sehen, von denen 1 und 2 unter *Ulna* und *Radius* liegen, deren Beweglichkeit im Carpalgelenke sie ermöglichen. Sie sind aber anscheinend etwas aufeinander geschoben, weil ihre Längenerstreckung erheblich kleiner als jene von *Ulna* + *Radius* ist. Unter dem inneren Metacarpale

liegt rechts ein mehr weniger gerundeter Knochen, welcher wohl das 3. Carpalelement vorstellt. Zwischen 2 und 3 liegt der sogenannte »Spannknochen« für das Halspatagium, welcher von Einzelnen als Sehnenverknöcherung gedeutet wird und distal nicht, so wie zumeist, kurz gerundet ist, sondern eine nach außen gewölbte und nach innen abgeflachte, etwas konkave, verbreiterte Gestalt besitzt,

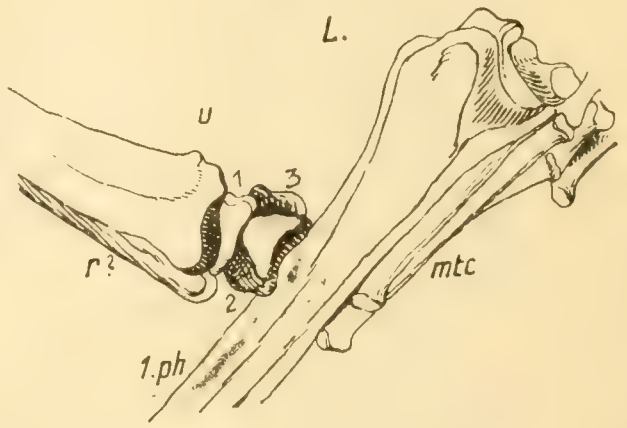
Vergleiche.

Fig. 24.



Carpalia von links innen (*a*) und rechts außen (*b*) von *Dorygnathus*, Exemplar der Universität Löwen.

Fig. 25.

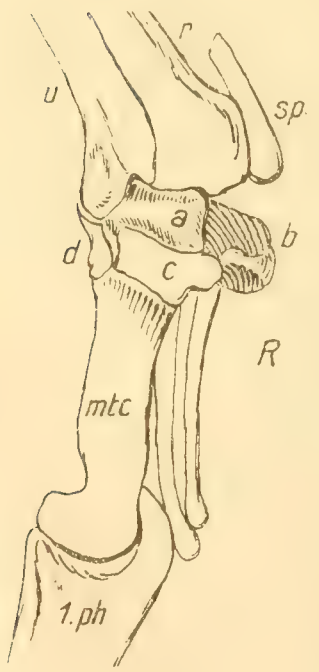


Dimorphodon macronyx Buckld., Unterlias von Lyme Regis (nach Buckland); nat. Gr.

welche so aussieht, als wenn der Spannknochen mit einem 4. Carpalelemente verwachsen wäre. Von links ist er und sein Basalstück von innen zu sehen (Fig. 24 *a*), jedoch fehlt, oder ist durch die erste *Phalange* des Flugfingers verdeckt, der rechts vorhanden gewesene 3. Carpalknochen.

Das Carpalgelenk der Pterosaurier ist bisher in oft stark abweichender Form dargestellt worden, weshalb in der Folge über den heutigen Stand unserer Kenntnis diesbezüglich berichtet werden soll. Wir beginnen mit den *Rhamphorhynchiden*: bei (Fig. 25) *Dimorphodon macronyx* Buckland (1835) werden im Texte (p. 221, Taf. 27, Fig. *f—i*) 4 *Carpalia* beschrieben, von denen 3 beisammen liegen, ein 4. *Carpale*-ähnliches Stück (1 bei Buckland) aber abseits gelangte. Deshalb vermute ich, daß es kein *Carpale*, sondern die distale Gelenkrolle des *Metacarpus* 4 ist; 1 dürfte das *Ulnare*, 3 das herausgedrängte und verschobene *Radiale*, 2 das große distale *Carpal*-Stück sein. Owen (Lias-Format. III, p. 76, Taf. 19) gibt ebenfalls an, daß der *Carpus* proximal sowie distal aus je einem großen und kleinen Stücke bestehe. Daß jener Knochen, der neben und unter der *Ulna* auf Owen's Abbildung hervorkommt, nicht als *Pteroid*, sondern als *Radius* anzusehen ist, erscheint mir zweifellos, denn sonst säße das *Pteroid* an der *Ulna*! Auffallend ist in Owen's Rekonstruktion (Taf. XX), daß im rechten *Carpus* 4, im linken nur 3 *Carpalia* angenommen werden und radial liegt beiderseits ein zweigliedriger Spannknochen. Von *Campylognathus Zitteli* (Fig. 26) ist von Plieninger (1907, p. 212, Fig. 4) ein anscheinend guter *Carpus* abgebildet worden, welcher aus 4 Stücken *a—d* besteht, und zwar proximal sowohl wie distal aus je einem größeren und kleineren Stücke: *a* ist das größere Element und liegt unter *Ulna* und *Radius*, an das sich aus- und abwärts, *b* das kleinere Proximalstück, das nur etwas kürzer als *a*, aber bedeutend höher ist, anschließt und radial hervortritt, somit wahrscheinlich in Beziehung zum Spannknochen stand. In der Distalreihe liegt *d* ein kleines, aufgestelltes Stück zwischen *Ulna* und dem Oberrand des Flugfinger *Metacarpus*, rechts neben ihm *c* das größere Distalstück, welches also über dem Flugfinger und den drei weiteren *Metacarpalien* eingesetzt war.

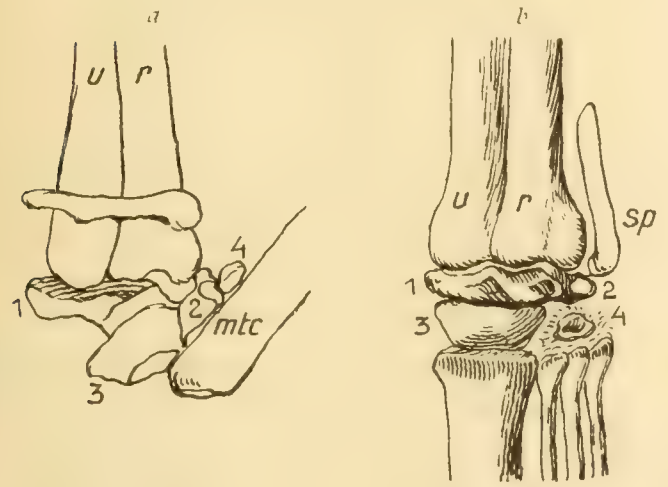
Fig. 26.



Campylognathus Zitteli Plien., Oberlias, Holzmaden, Stuttgarter Exemplar (nach Plieninger).

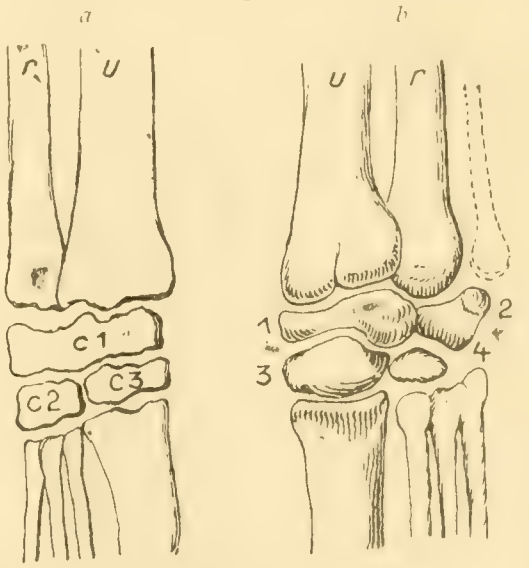
Ich muß gestehen, daß ich diese Ansicht deshalb nicht teilen kann, weil es sonst nicht wieder vorkommt, daß der Flugfinger-*Metacarpus* mit seiner enormen Beanspruchung durch die Flügel statt wie sonst an einem größeren Stücke, hier halb an einem kleinen, auf der Schmalseite stehenden Carpalknochen und halb an einem andern artikuliert, welcher noch die Gelenkfläche von den drei weiteren *Metacarpalien* zu bilden hat. Es muß daher unbedingt ein Beobachtungsfehler vorliegen, der desto plausibler wird, wenn man bedenkt, daß dieser Knochen direkt bewegungshindernd wirken müßte.

Fig. 27.



Campylognathus, Oberlias von Holzmaden, Berliner Exemplar; rechte Vorderextremität; *a* nach einer Photographie; *b* Rekonstruktion; nat. Gr.

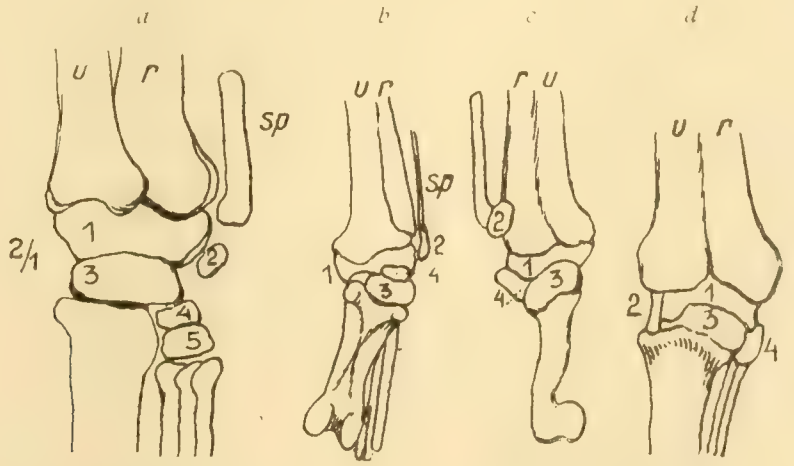
Fig. 28.



Carpus von *Rhamphorhynchus Kokeni* Plien., Oberer Weißjura von Nusplingen. *a* Nach Plieninger 1907, Fig. 15. *b* Neue Rekonstruktion nach ibid. Taf. XVI. (Tübinger Exemplar.)

Im Berliner Museum für Naturkunde liegt ein recht gutes, derzeit noch nicht abgebildetes *Campylognathus*-Exemplar, dessen *Carpus* (Fig. 27 *a*, *b*) hier abgebildet wird. Rekonstruieren wir denselben, dann liegt wie bei *Dimorphodon* ulnar je ein größeres Carpalstück in der Proximal- und Distalreihe (1, 3), an welch letzterem der Flugfinger-*Metacarpus* artikuliert, während radial ein kleinerer Knochen sich z. T. unter 1 einschiebt und eine knopfartige Artikulationsstelle für den Spannknochen hat, während 4,

Fig. 29.



Carpus von *Rhamphorhynchus Gemmingi* H. v. Meyer; *a* nach H. v. Meyer (Palaeontogr. Bd. VII, Taf. XII, $^2/_1$ der nat. Gr.); *b* rechte und *c* linke Extremität des Heidelberger Exemplares nach H. v. Meyer (Fauna d. Vorw., Taf. IX); *d* Münchener Exemplar nach Plieninger (Palaeontogr. Bd. 48, p. 72).

vielleicht von einer größeren Knorpelmasse umhüllt, als Artikulationsstück für den *Metacarpus* 3—1 funktionierte. Das aufgestellte Stück *d* (bei Plieninger) fehlt.

Von den *Rhamphorhynchiden* des Tithon sind ebenfalls bei einzelnen die Mittelhandknochen gut erhalten. Plieninger (1907) beschrieb sie von *Rh. Kokeni* (p. 250, Fig. 15, Taf. 16). Er fand nur

3 *Carpalia*: ein großes proximales für *Ulna* und *Radius*, wobei zu bedenken ist, daß jegliche Einlenkungsmöglichkeit für den Spannknochen dann fehlen würde und distal ein kleineres und größeres *Carpale* für die *Metacarpalia*; alle sind mehr weniger kubisch geformt. Vergleicht man aber damit die *Carpalia*, von Taf. XVI, dann kommt man zu einem wesentlich anderen Resultate. Es hat den Anschein, als wenn links 4 *Carpalia* zu finden wären, die aber fast alle von oben zu sehen sind, und zwar ein großes *Carpale* unter der *Ulna* liegend, ein kleineres unter dem *Humerus*, von diesem durch einen *Metacarpus* getrennt, liegen zwischen ihm und dem Flugfinger-*Metacarpale* ein großes und ein kleines. Diese beiden dürften die distalen *Carpalia* sein, die ersteren demnach die proximalen und am kleinen proximalen glaubt man an dem ziemlich spitz zulaufenden Ende eine knopfartige Verdickung zu sehen. Ich habe auf Fig. 28 Plieninger's und meine Rekonstruktion nebeneinander dargestellt Da die Knochen, wie gesagt, von oben zu sehen sind, und hier von der Seite dargestellt werden mußten, bleibt natürlich die Umrißform problematisch.

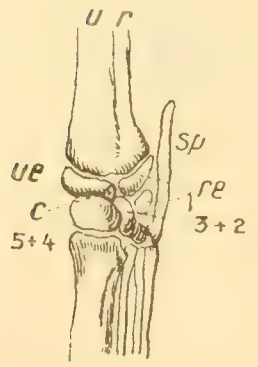
Vom häufigen *Rh. Gemmingi* H. v. M. sind ebenfalls mehrere Exemplare derart erhalten, daß eine direkte Beobachtung möglich ist, jedoch ist erstaunlich, daß es Niemand bisher aufgefalien ist, daß alle Handwurzeln derselben nicht unbedeutend in Stellung und Anzahl der *Carpal*-Elemente differieren (Fig. 29 *a—d*).

Nach H. v. Meyer (Palaeontogr. Bd. VII, p. 85, Taf. 12) besteht der *Carpus* (Fig. 29 *a*) aus einem großen, unten konkaven proximalen Stücke (1), nächst dem ein kleiner Knochen für die Spannknochenartikulation liegt (2); unter dem großen liegt ein linsenförmiger (3) in der Distalreihe, neben und unter welchem zwei kleinere Knochen (4, 5) für die Gelenkung der dünnen *Metacarpalia* liegen. Sie drücken in ungewöhnlicher Weise diese *Metacarpalia* nach abwärts, und deshalb erscheint diese Auffassung fraglich.

Das Heidelberger Exemplar ist von H. v. Meyer (Fauna d. Vorw., p. 70, Taf. 9) beschrieben worden (Fig. 29 *b*). Es liegt ein großes Proximalstück (1) unter *Radius* und *Ulna* längs ihrer ganzen Breite, welches auf der Unterseite wieder konkav für das große Element der Distalreihe (3) gestaltet ist. Oben ist ein kleiner Knochen (2) für die Artikulation des Spannknochens vorhanden und am linken Arme auf den *Radius* gerutscht, unten kommt ein etwas größerer Knochen (4) für die Gelenkung der 3 *Metacarpalia* in Betracht.

Das wäre also eine ganz normale Ausbildung des *Carpus*. Plieninger (Palaeontogr., Bd. XLVIII, p. 72) bildete den *Carpus* eines neuen Münchener Exemplares ab (Fig. 29 *c*), welcher dadurch auffällt, daß er dasselbe, auf die Schmalseite gestellte Carpalstück enthält, das Plieninger schon 1894 von *Campylognathus Zitteli* angenommen hatte. Wieder fehlt jede Möglichkeit der Einlenkung des Spannknochens, während die Größenverhältnisse der *Carpalia* als normale zu bezeichnen sind.

Fig. 30.



Carpus von *Rhamphorhynchus longicaudatus* v. Amm. (= *longicaudus* Mstr.) Münchener Exemplar in $^3/_1$ der nat. Gr. (nach K. v. Zittel, Palaeontogr. Bd. 29, Taf. XI).

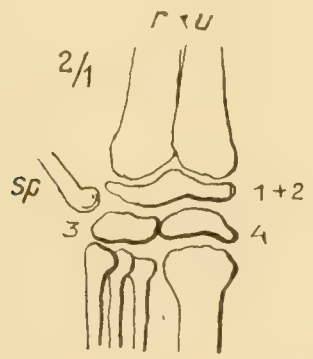
Die Abbildung des v. Zittel'schen Flügelexemplares aus der Münchener Sammlung (Palaeontogr., Bd. XXIX, Taf. 10) ist in den Schatten zu schwarz, um den *Carpus* beobachten zu können. E. v. Stromer hat ihn (1913, II, p. 57) beschrieben, doch kann ich mir keine rechte Vorstellung davon machen. Es heißt dort: »An die *Ulna* und einen Teil des *Radius* sehe ich ein breites und kurzes *Carpale* angeschlossen und an seine konkave Distalfläche ein ebenso breites aber ein wenig längeres, an dessen ebener Distalfläche das *Metacarpale* des Flugfingers gelenkt. Zwischen dem schmaleren Ende des *Radius* und den Basen der drei dünneren *Metacarpalia* erkenne ich, aber nur undeutlich, ein kleines distales *Carpale* und ein langgestrecktes, nicht breiteres proximales, an dessen Radialseite der Spannknochen gelenkt.«

Dies heißt, daß proximal ein großes Element liegt und unter diesem ein größeres distales; also eine auffallende Umkehrung der gewohnten Größenverhältnisse! Außerdem kommen im *Carpus* noch

zwei kleinere Elemente vor, von denen das proximale größer als das distale ist, an welch ersterem der Spannknochen artikuliert, während der kleinere der Gelenkung der drei *Metacarpalia* dient. Auf jeden Fall haben wir wieder 4 *Carpalia*.

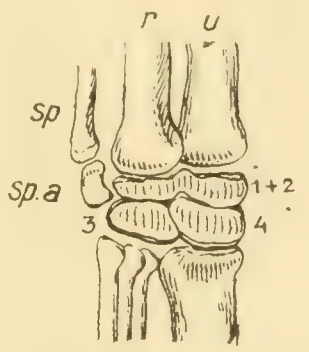
Fassen wir die Resultate dieser Beobachtungen bei den *Rhamphorhynchiden* kurz zusammen, dann ergibt sich, daß ihr *Carpus* aus 4 Elementen besteht: auf der Außenseite liegen 2 größere übereinander: das proximale, welches an der *Ulna*, zum Teil auch am *Radius* gelenkt, darunter das distale für die Gelenkung des Flugfinger-*Metacarpale*; auf der Innenseite liegt ein kleineres Stück in der

Fig. 31.



Carpus von *Pterodactylus Kochi* Wagl. Rekonstruktion nach der Abbildung H. v. Meyer's (Fauna d. Vorw., Taf. III, Fig. 1); $^2/_1$ der nat. Gr.

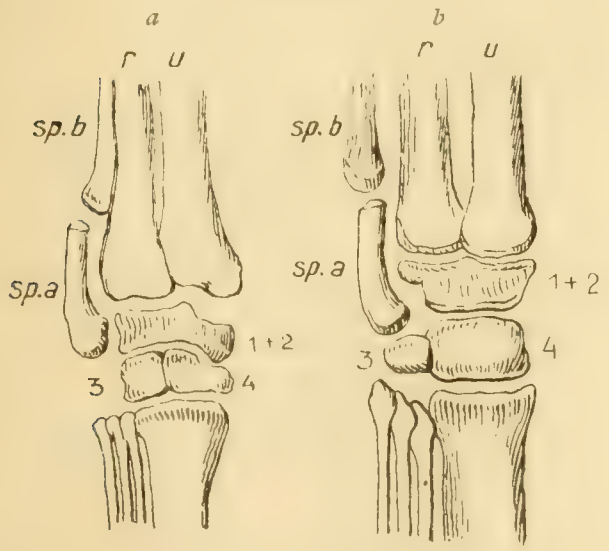
Fig. 32.



Dasselbe nach der Abbildung des Münchener Exemplares bei Plieninger (Palaeontogr. Bd. 48, Taf. IV); $^2/_1$ der nat. Gr. — *sp* Spannknochen, *sp. a* Basalstück desselben.

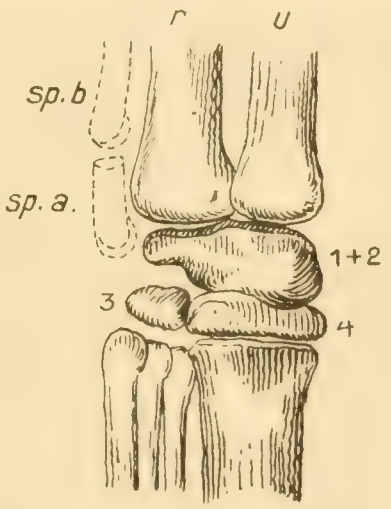
Proximalreihe, an dessen Seite der Spannknochen herantritt, und unter jenem ein etwas größeres Stück in der Distalreihe für die Gelenkung der drei dünnen *Metacarpalien*. Größenverhältnisse und Umrißformen der *Carpal*-Stücke variieren und bei alten Individuen kann es ebenso zur Synostose der Elemente der beiden Reihen kommen, wie sich bei jungen noch diskrete Elemente finden können. So wenigstens möchte ich die fraglichen 6 Elemente im *Carpus* des *Rh. longicaudatus* Ammon (Zittel, Palaeontogr., Bd. XXIX, Taf. XI) deuten, den wir in dreifacher Vergrößerung auf Fig. 30 bringen. Wir

Fig. 33.



Carpus von *Pterodactylus suevicus* Quenst. *a* nach Plieninger (1907, Fig. 25), *b* neue Rekonstruktion nach ibid. Taf. XVIII (Tübinger Exemplar); nat. Gr.

Fig. 34.



Carpus von *Pterodactylus longicollum* H. v. M. Neue Rekonstruktion nach dem Stuttgarter Exemplare (Plieninger l. c., Taf. XIX). *sp.a* Basalstück, *sp.b* Spannknochen.

sehen deutlich in der Proximalreihe ein *Ulnare* und *Radiale*, in der distalen ein größeres äußeres Stück, das wohl aus 5 + 4, daneben ein ebensolches inneres aus 3 + 2 entstandenes; zwischen beiden Reihen liegt in der Mitte ein kleines Zentrale und auf der Innenseite ein kleines als 1 zu deutendes Stück der Distalreihe, an welchem der Spannknochen gelenkt.

Werfen wir noch einen Blick auf die *Pterodactyliden*. Sie sind gleichzeitig mit den jüngeren *Rhamphorhynchiden* im oberen Weißjura aufgetreten, zeigen aber ebenso wie im allgemeinen Skelettbaue auch im Detail des *Carpal*-Gelenkes deutliche Unterschiede.

Schon beim *Pt. longirostris* Cuvier's ist auf der Darstellung H. v. Meyer's (Fauna d. Vorw., Taf. II, Fig. 1, p. 28) eine kleine Anzahl von Knöchelchen in der Handwurzel zu sehen, die aber nicht im Detail wahrnehmbar sind. Besser ist dies an *Pt. Kochi* Wagl. (Münchner Exemplar?) in H. v. Meyer's Darstellung (l. c., p. 37, Taf. III, Fig. 1) zu sehen. Hier sind deutlich ein großes proximales und zwei kleinere distale Stücke erkennbar (Fig. 31), an deren innerem der Spannknochen einlenkt. Noch besser ist dies am neuen Münchener Exemplare zu sehen, welches Plieninger (1901, Taf. IV), beschrieben hat. Er gibt (p. 72) ebenfalls 3 *Carpalia* an, oben ein großes, unten 2 kleinere Stücke, welche auf der Platte vollkommen geschlossen, von der rechten Seite vorhanden sind. Ich finde aber daselbst (siehe Fig. 32) noch ein viertes, ein wenig zugespitztes Stück, der *Ulna* anliegend und fasse es als Basalstück des Spannknochens auf, das wir besonders schön an Quenstedt's *Pt. suevicus* (Plieninger 1907, Taf. XVIII) erhalten finden. Plieninger hat vom linken Handgelenk eine Rekonstruktion (p. 271, Fig. 25) gegeben (siehe unsere Textfigur 33, *a*), die nach meiner Auffassung deshalb nicht vollkommen entsprechend ist, weil die angenommene Form der *Carpalia* nicht jener von Taf. XVIII entspricht. Ich habe daher (Fig. 33, *b*) eine andere Zusammenstellung der *Carpal*-Elemente versucht. Bei diesem Exemplare ist, wie gesagt, der Spannknochen ausgezeichnet zu sehen. Er besteht aus einem langen, dem *Radius* verkehrt angelegten Knochen mit deutlichem Gelenkkopf an der Basis. Im *Carpus* liegt aber noch ein kurzer, kräftiger Knochen mit zwei Gelenkköpfen (oben und unten), den Quenstedt mit »*k*« bezeichnet, nicht orientieren konnte und den Plieninger der zweiten *Carpal*-Reihe zuwies, aber dann die Frage offen läßt, ob er als *Carpale* oder *Metacarpale* aufzufassen sei. Dieser Knochen hat weder mit dem einen noch mit dem anderen etwas zu tun, sondern ist der abgegliederte Gelenkteil des Spannknochens, welcher am Innenrande des *Carpus* einlenkt. Daß er nur so gedeutet werden kann, ergibt sich klar aus seinem Auftreten bei den *Pterodactylen* der Kreide. Auch bei *Pt. longicollum* H. v. M.[1] finden wir ebenfalls 3 *Carpal*-Stücke, doch ist leider das Basale des Spannknochens nicht zu sehen und letzterer selbst nur zum Teil erhalten. Ich habe auch von diesem *Carpus* (Fig. 34) eine Rekonstruktionsskizze gegeben.

Fig. 35.

Carpus und Basalstück des *Pteroids* von *Ornithocheirus* sp. des Upper Greensand von Cambridge (Cenoman), nach Seeley Dragons of the Air, p. 124.

Eine bedeutsame Weiterbildung vollzieht sich bei den Kreideformen, bei denen in der Distalreihe die zwei Stücke zu einem einzigen verschmelzen, so daß bei ihnen der *Carpus* nur mehr aus zwei Platten besteht.

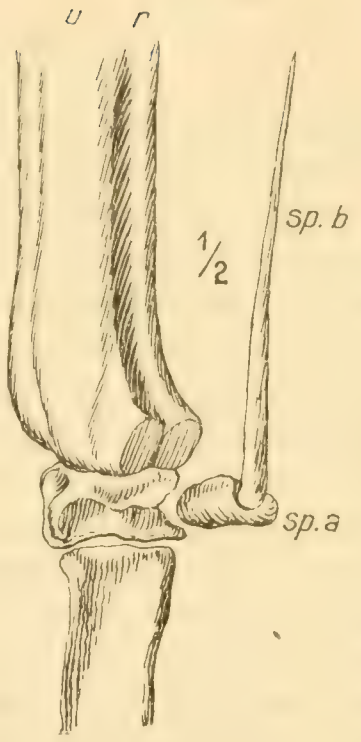
Seeley[2] (Fig. 35) hat von *Ornithocheirus* aus dem Cambridge Upper Greensand das *Carpal*-Gelenk in skizzenhafter Form abgebildet; beide *Carpal*-Stücke kommen gut zur Geltung. In einem Falle fand Seeley zwei Suturen in dem distalen Stücke, das somit aus drei Elementen entstanden ist. Links vom *Carpus* liegt aber noch ein dritter Knochen, den schon Cope als Basalstück des *Pteroids* gedeutet hatte, Seeley (p. 123) aber dennoch als drittes *Carpale* ansah. Wir finden ihn auch bei *Nyctodactylus* aus der amerikanischen Nyobrara Group (zwischen Turon und Senon) wieder. Seeley fand eine Analogie zwischen der Stellung der *Metacarpalien* der Flugsaurier und den *Metatarsalien* des Känguruh heraus und kam auf diesem Wege zu den sonderbaren Rekonstruktionsbildern der springenden Flugsaurier, von denen er mehrere (l. c.) rekonstruierte, welche wir auch noch auf späteren Habitusbildern anderer Autoren finden. Ganz ähnlich wie beim englischen *Ornithocheirus* ist auch die Ausbildung des *Carpal*-Gelenkes bei den jüngsten *Pterosauriern*, zum Beispiel dem genannten *Nyctodactylus gracilis* Marsh (Williston 1903); auch hier (Fig. 36) schließen die beiden *Carpalia* eng zusammen,

[1] Plieninger, l. c., Taf. XIX.

[2] Dragons of the Air, p. 124.

bilden gewissermaßen ein Ganzes und scheinen besonders an der proximalen Artikulationsfläche Bewegungsfähigkeit besessen zu haben, was sich durch die enormen Gelenkflächen an *Ulna* und *Radius* ausdrückt; erheblich geringer scheint sie an der distalen ausgebildet gewesen zu sein. Auch bei diesen Formen tritt ein Basalstück des *Pteroids* auf, das seitlich zwischen den beiden *Carpal*-Platten einlenkt, einen gelenkartigen Ausschnitt für das peitschenförmige lange *Pteroid* besaß, das an der Basis abgerundet und für die Artikulation geeignet verdickt war (vergl. Williston, l. c., Taf. LXII, Fig. 5).

Fig. 36.



Carpus von *Nyclodactylus gracilis* Marsh. Niobrara Group (Turon). Neue Rekonstruktion nach Williston, (1903, Taf. 25. p. 45) in $^1/_2$ der nat. Gr.

Die Tendenz der Umwandlung des *Carpal*-Gelenkes vom Lias bis in die Oberkreide scheint mir also dahin zu zielen, die leichte Beweglichkeit in ihm allmählich zu verringern, sodaß die Abbiegung des Flügels nicht mehr an diesem, sondern einerseits am Unterrande *(Nyctodactylus)* andrerseits am *Metacarpal*-Ende (alle anderen *Pterosaurier*?) erfolgte; dies scheint im Zusammenhange mit dem Leben als Segler gestanden zu sein. Andere, z. B. v. Stromer (1913, p. 58) sind zur entgegengesetzten Auffassung gekommen, daß die Bewegungsfähigkeit im *Carpal*-Gelenke, respektive an der Unterarmgrenze gering war und zwischen distalem *Humerus*- und proximalem Flugfingergelenke keine nennenswerte Artikulation mehr erfolgte. Stromer hatte allerdings *Rhamphorhynchus* im Auge, für den diese Ansicht gewiß zutrifft, während ich die Abänderungen vom Lias bis in die Oberkreide betrachte und speziell das Endglied dieser Reihe für meine Auffassung maßgebend war.

Der Spannknochen *(Pteroid)*.

Im Anschlusse an die Elemente der Mittelhand ist wohl am besten auch jenes Knochenstück oder Knochenpaar zu besprechen, welches als »Spannknochen« oder *Pteroid* bezeichnet wird. Die beiden Ansichten, daß er der, dem Halse zugewendete, also zurückgebogene fünfte Fingerstrahl, oder eine Neubildung, d. h. eine verknöcherte Sehne sei, widersprechen sich diametral. Schon Goldfuß hat vor 80 Jahren das Auftreten eines »Halsfittigs« angenommen, der uns aber meines Wissens nirgends so gut erhalten geblieben ist wie die Flughaut.[1]

Später, nach Beschreibung der Phalangen, soll auch die Frage, ob wir fünf oder nur vier Fingerstrahlen anzunehmen haben, Besprechung finden, während wir hier die Annahme diskutieren, der Spannknochen sei eine Neubildung.

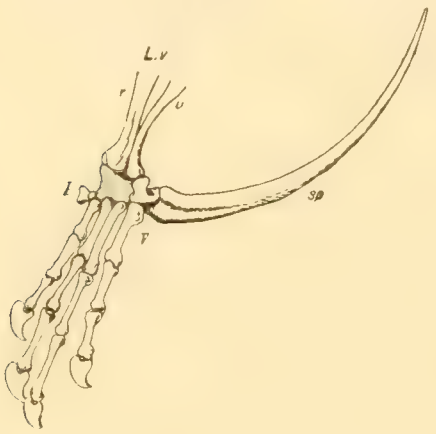
Das Auftreten derselben in der Handregion ist eine häufige Erscheinung bei den verschiedenen Tiergruppen und wird als Sesambein oder Pisiforme und nur ausnahmsweise als »Sehnenverknöcherung« bezeichnet. Diese Neubildung tritt dann ein, wenn die Hand für irgend einen funktionellen Zweck aus- oder umgestaltet, oder wenn die Handfläche vergrößert werden soll, wie wir das am reichsten wohl bei den *Ichthyosauriern* oder bei anderen, an das Wasserleben angepaßten Formen finden. Sesambeine können entweder in der Einzahl und dann meist ulnar allein oder ulnar und radial teils in der Einzahl, teils serial untereinander angeordnet sein. Sie sind an die proximale *Carpal*-Reihe angeschlossen, oder stellen sich zwischen dieser und der distalen ein, und im extremsten Falle kann sich Hyperdactylie ausbilden.

[1] Die einzige Ausnahme scheint der sogenannte »Münchener Flügel« zu bilden, denn K. v. Zittel (Palaeontographica, Bd. XXIX, Taf. X, p. 51) erwähnte Reste des Hals- oder Propatagiums, welches an die drei feinen *Metacarpalien* angeheftet sei. So vorzüglich die Abbildung auch ist, gerade diese Partie läßt sich nicht mit wünschenswerter Deutlichkeit untersuchen, und zwar insbesondere, wie die Beziehung des Spannknochens zum Patagialrande, wie seine Verbindung mit dem *Carpus*, und wie die Anheftung des Halspatagiums an die *Metacarpalia* war.

Genau so ist der »Spannknochen« zu bewerten. Im Handabschnitte ist eine bestimmte Funktion zu erfüllen, das Spannen des Halspatagiums, das von der funktionell voll beanspruchten Hand nicht mehr besorgt werden kann. Deshalb wird eine Neubildung angelegt, und zwar auf der radialen Seite. Bei den älteren Flugsauriern, den *Rhamphorhynchiden*, ist sie — besonders bei den geologisch ältesten Formen — klein, kurz und vergrößert sich auch bei den jüngsten nur um weniges (Fig. 24—28). Das obere Ende ist abgerundet, anscheinend auch etwas abgeflacht und der sehnige Rand des Halspatagiums war hier angeheftet. Erst bei dem jüngeren *Pterosaurier*-Zweige, den *Pterodactyliden*, erlangt der Spannknochen bedeutendere Länge, wird fast gleich lang wie der Unterarm und verlängert sich noch dadurch, daß ein Basalstück angelegt wird, welches überdies die Artikulation mit dem *Carpus* vermittelt (Fig. 32—36). Am vollkommensten zeigt sich die Funktion dieser Neubildungen bei den »Spannknochen« von *Ornithocheirus*, *Pteranodon* und *Nyctodactylus*.

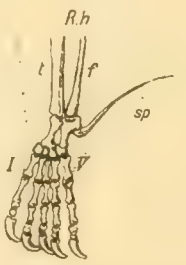
Wir sehen also, daß der Spannknochen morphologisch sehr wohl als Neubildung aufgefaßt werden kann, ja daß diese Deutung nach Analogien bei fast allen Tiergruppen als die einzig richtige erscheint. Ähnliche Neubildungen finden wir auch bei unseren lebenden Fallschirm- und Flattertieren. Bei *Anomalurus* und *Idiurus* wird die Flughaut durch einen vom *Olecranon* ausgehenden Knorpelstab gestützt (nach Hilzheimer), beim Flugeichhörnchen *(Pteromys nitidus)* finden wir an der ulnaren Seite der Hand einen langen Sporn (Fig. 37) und bei einzelnen Fledermäusen, z. B. *Molossus* tritt an der fibialen Seite der Hinterextremität zum Spannen der Flughaut zwischen Fuß und Schwanz ein langer, gerader oder gebogener Sporn auf, der zum Unterrande des *Patagiums* reicht (Fig. 38).

Fig. 37.



Linke Vorderextremität von *Pteromys nitidus* (Flughörnchen) nach einem Skelett im naturhistorischen Hofmuseum; nat. Gr.

Fig. 38.



Rechte Hinterextremität von *Molossus rufus* nach einer Röntgenaufnahme von Dr. K. Toldt; nat. Gr.

Im Gegensatze hierzu steht aber jene Auffassung, welche in ihm keine Neubildung, sondern eine Adaption des ersten Fingerstrahles erblickt. Außer H. v. Meyer, welcher nur vier Strahlen annahm, huldigen fast alle späteren Autoren der anderen Auffassung, während in jüngster Zeit nur Williston (1911), Abel (1912) und Jaekel (1915) in der Hand eine Reduktion eben des ersten Fingerstrahles annehmen, für welche das Auftreten einer nach oben wirkenden Sehnenverknöcherung besseren Ersatz biete.

4. *Metacarpus.*

Ähnlich wie der *Carpus* ist auch der *Metacarpus* des Wiener Exemplares zerfallen, aber im Zusammenhalt mit den anderen *Dorygnathus*-Exemplaren so ziemlich rekonstruierbar.

Der *Metacarpus* des Flugfingers der linken Seite liegt links oberhalb des Beckens, zum Teil unter dem linken Femur und mit der Unterseite nach oben. Die proximale Gelenkfläche ist verdrückt, war aber sicher breit und etwas vertieft für den großen unteren *Carpal*-Knochen (vgl. 3 in Fig. 27—29); distal liegen die Gelenkrollen für die erste Flugfingerphalange und sind durch eine breite Furche in der gewöhnlichen Weise getrennt. Links auswärts desselben liegen zwei lange, schmale *Metacarpal*-Knochen

von verschiedener Stärke aber fast gleicher Länge, und zwar dürfte der schlankere, auswärts liegende Knochen als jener des I. Fingerstrahles, der kräftigere, mittlere als jener des II. oder III. Strahles zu deuten sein. Somit würde ein *Metacarpal*-Knochen fehlen.

Das rechte Flugfinger-*Metacarpale* liegt verdeckt in dem Haufwerke von Rippen-, Wirbel- und Extremitätenknochen rechts oberhalb des Beckens. Seine Distalpartie ragt zwischen Unterarmknochen und Femur heraus, die proximale ist nur stückweise zu sehen. Links von *Metacarpus* IV liegen drei, annähernd gleich lange und gleich dicke Knochen mit verdickten Gelenkenden, die *Metacarpalia* I—III; die auffallende Schlankheit des linken äußeren *Metacarpale* (I) ist daher nur durch die Seitenlage bedingt.

Theodori beschrieb (p. 31) und bildete von seinem Banzer Materiale den Knochen des *Metacarpale* IV von beiden Körperseiten ab (Taf. II, Fig. 2, 3) und ein langer Knochen (ibid. Fig. 4) ist wohl nur als *Metacarpale* des I., II. oder III. Fingerstrahles zu deuten. Das Aussehen des charakteristischen Flugfinger-*Metacarpales* ist, abgesehen von seiner kräftigeren Gestalt, entsprechend den größeren Extremitätenknochen, genau dasselbe wie dasjenige des Wiener Exemplares.

Dasselbe gilt von den, an Größe untereinander verschiedenen Exemplaren der Universitäten Löwen und Tübingen sowie vom Berliner Exemplare. Bei allen sind die *Metacarpalia* I—III auffallend schlank und zart. Nur wenn man jene der *Rhamphorhynchiden* insgesamt vergleicht und ihre Länge mit jener der Unterarmknochen, dann allerdings ergeben sich Unterschiede; die Länge des Unterarmes ist bei

Dimorphodon..... = ... $2^1/_2$ mal der Länge des *Metc.* IV
Campylognathus ..= kleiner als $2^1/_2$ » » » » » »
Dorygnathus.....= größer als 3 » » » » » »

Im Großen und Ganzen bleiben also bei allen Liasformen die Längenverhältnisse zwischen Unterarm und *Metacarpus* ungefähr dieselben, sie verändern sich aber bei den Tithonformen

Scaphognathus ...= größer als 3 mal der Länge des *Metc.* IV
Rh. longicaudatus = » » 3 » » » » » »
Rh. Gemmingi[1]...= » » 4 » » » » » »
Rh. Gemmingi[2]...= » » $3^1/_2$ » » » » » »
Rh. Kokeni.....=..... $2^1/_2$ » » » » » »

unter denen wir solche mit gedrungenerem Armbaue: *Rh. Kokeni, Rh. longicaudatus, Scaphognathus*, von jenen mit längerem Unterarme, respektive verkürzter Mittelhand zu unterscheiden haben, bei denen die Länge desselben bis auf das Vierfache der *Metacarpal*-Länge ansteigt, was bei einzelnen Exemplaren des *Rh. Gemmingi*-Typus der Fall ist. Wie sich die Länge des Armes in den einzelnen Abschnitten zu jener der Mittelhand und mindestens des ersten Flugfingergliedes verhalten, soll die umstehende Tabelle zeigen, in welcher das Flugfinger-*Metacarpale* = 1 gesetzt ist.

5. Phalangen und Flügel.

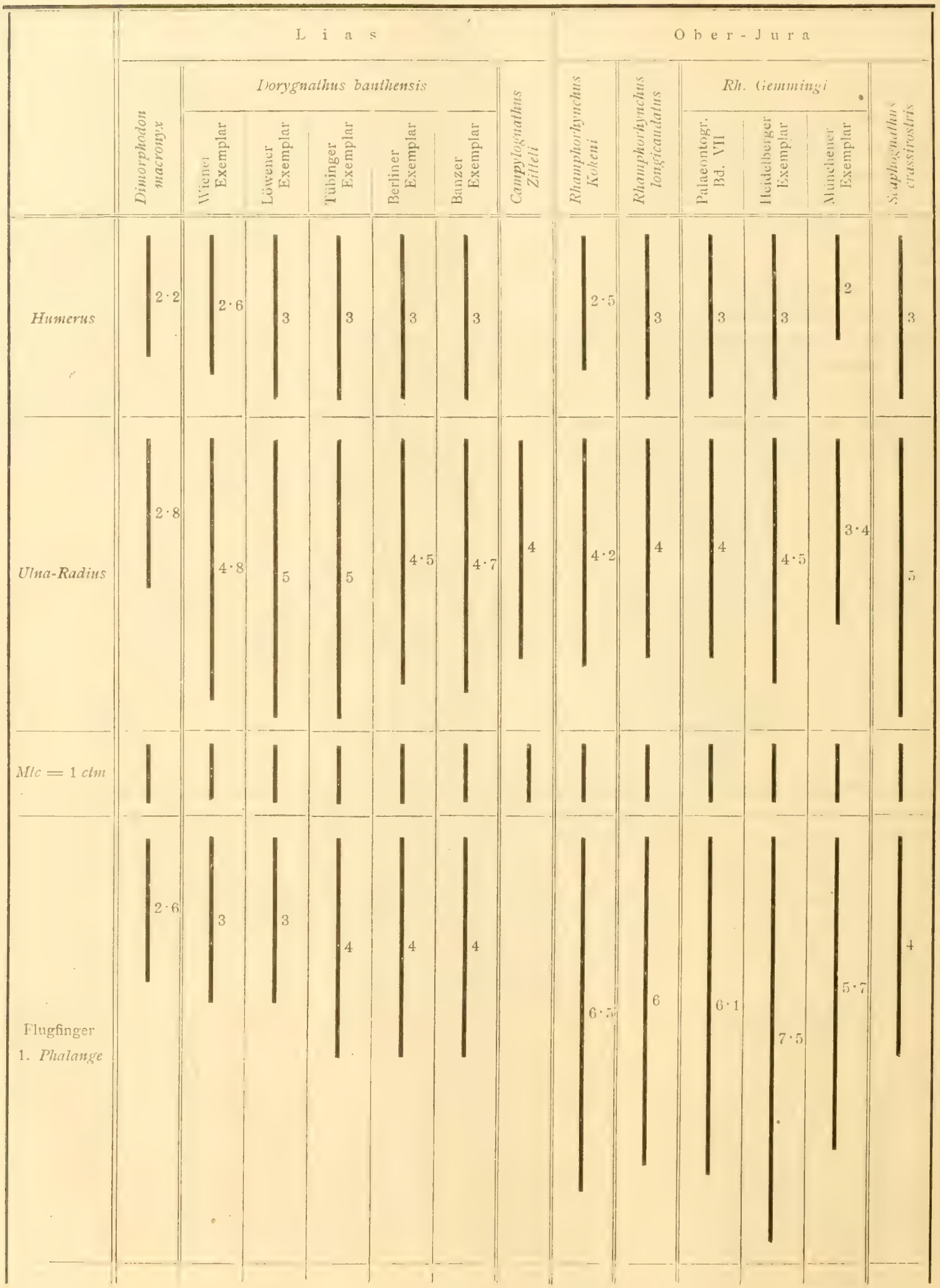
Wir haben zu unterscheiden zwischen den drei Krallenfingern und dem Flugfinger, welche betreffs Zahl und Gestalt der Glieder differieren. Wenn wir jenen Fingerstrahl mit I bezeichnen, welcher auswärts liegt und dessen einziges Fingerglied eine Kralle trägt — die Berechtigung dieser Auffassung werden wir später untersuchen —, dann ist die Phalangenformel der Fingerstrahlen I—IV diejenige der Normalhand der Reptilien 2, 3, 4, 4.

Bei den Krallenfingern ist das letzte Glied jenes, welches die Kralle trägt; die ersten Fingerglieder bei II und III sind fast gleich lang und zwischen das untere und obere schaltet sich bei III ein kurzes Zwischenglied ein. Für den Flugfinger scheint keine Regel zu existieren, weil er in seiner Längen-

[1] Münchener Exemplar (= *longimanus* Wagn.)

[2] Heidelberger Exemplar.

Vergleichstabelle.



ausdehnung, wohl durch den Grad der Flugfähigkeit alteriert, vielleicht auch sexuell beeinflußt wird. Es ist z. B. bei *Dimorphodon* das 3. Glied das längste so wie bei *Dorygnathus*, bei dem eventuell auch 2 und 3 gleich lang sein können (Berliner Exemplar). Bei den verschiedenen Individuen von *Rh. Gemmingi* ist das 1. oder 2. Glied, bei *Pt. longicollum* das 1., bei *Pt. micronyx* das 2., aber bei *Pteranodon* stets das 1. Glied das längste.

Beim Wiener Exemplare (Fig. 21) sind die Phalangen vom I.—III. Strahl auf der Gesteinsplatte verstreut, und zwar liegen zwei größere links vom ersten linken Flugfingerglied, drei kleinere links vom linken Flugfingermetacarpus und ein sechstes Glied unter dem linken *Ilium*. Von der rechten Körperhälfte liegen zwei größere und ein kleineres rechts vom rechten Flugfingermetacarpale, zwei ähnlich große links von den drei *Metacarpalien* I—III und ein 6. unterhalb des *Femur*. Auffallenderweise sind die Krallen auf unserer Wiener Platte durchwegs verloren gegangen und besten Falles ist nur eine einzige zu sehen, die zum Teile von der linken *Ulna* verdeckt liegt. Die vier Flugfingerglieder sind von links und rechts vorhanden, nur ist die linke erste Phalange zum Teile unter dem oft erwähnten Knochenhaufwerke versteckt, die letzte Phalange der rechten und der linken Seite etwas beschädigt, aber in der Länge leicht ergänzbar.

Im Banzer Materiale *Theodoris* sind vorhanden: 2 Phalangenglieder der Krallenfinger (Taf. II, Fig. 5, 6), vom Flugfinger das 1., 2. und 3. Glied (Taf. II, Fig. 7, 13, 14), wenn auch beschädigt, und zwar dürfte Fig. 14 dem 3. längsten Gliede entsprechen. Im Gegensatze zu Theodori habe ich Fig. 8—10 nicht als Flugfingerglieder, sondern als Unterarmknochen aufgefaßt. Gut erhalten sind Krallen und Flugfinger beim Löwener Exemplare, wenn auch etwas verworfen, ebenso beim Berliner Exemplare, bei welchem der Zusammenhang ganz gewahrt ist, während das Tübinger Exemplar (Plieninger 1907, Taf. XV) nur einzelne Fingerglieder ohne Zusammenhalt aufweist.

Im Ganzen sind wir also über die Hand von *Dorygnathus* gut unterrichtet.

a) Krallenfinger.

Beim Wiener Exemplare dürften die Fingerglieder so zusammenzufügen sein: der links am meisten auswärts liegende und zugleich größte Knochen dürfte das obere Fingerglied von III sein; das obere konvexe Ende gehört für die Kerbe der Kralle, das untere ist konkav für das Oberende des schräg unterhalb liegenden mittleren, dessen Basis wieder konkav ist für die Aufnahme des Gelenkendes des unteren Fingergliedes, das wir in dem unter dem linken *Ilium* liegenden kräftigen Stücke zu sehen haben. Zu II gehört als oberes Glied das seitlich des oben genannten, zu oberst liegende und diesem ähnliche Stück, dessen unteres Glied wohl jenes ist, welches dem Flugfinger-*Metacarpus* anliegt. Dann aber ist als einziges Glied von I jenes aufzufassen, welches zum letzteren im Winkel gelegen ist. Die Elemente der rechten Hand dürften so zusammengehören wie sie auf der Platte zusammen liegen (Fig. 21), wobei aber zu bemerken ist, daß die Form der Knochen deshalb nicht ganz mit jener der linken Seite übereinstimmt, weil sie in verschiedenen Stellungen auf der Platte fixiert sind.

b) Flugfinger.

Von ihnen sind, wie erwähnt, alle Glieder vorhanden. Die erste Phalange ist am besten von rechts erhalten, die linke liegt zum Teile unter dem oft erwähnten Knochenhaufwerk. Es fällt auf, daß der proximale Gelenkteil nur flach konkav geformt ist und auch der *olecranon*artige Fortsatz, der als Sperrvorrichtung der Flügelbewegung diente und in der Furche des *Metacarpus* IV artikulierte, ebenfalls ziemlich kurz entwickelt ist. Beides, Gelenkpfanne und Sperrhaken, ist meist gut ausgebildet, zuweilen außerordentlich tief und lang, was einen Rückschluß auf die Flugfähigkeit gestattet. Vergleicht man diese Gelenkung mit jener von *Dimorphodon* (Buckland, Taf. XXVII, und Owen, Taf. XVIII) oder *Campylognathus* (Plieninger 1894, Taf. XIX, 1907, Taf. XIV) sowie *Dorygnathus* selbst (Theodori, Taf. II, Fig. 7, Plieninger 1907, Taf. XV), dann finden wir, daß bei diesen ältesten *Rhamphorhynchen* dies Gelenk noch nicht jene Vollendung in der Ausbildung erreicht hat, die wir bei den jüngeren Typen im Malm oder den *Pterodactylen* in Malm und Kreide finden. Bei ersteren vertieft

und verbreitert sich entweder die Gelenkspfanne oder es verstärkt sich der Sperrhaken; bei den Kreideformen ist beides der Fall und bei *Pteranodon* (Eaton 1910, Taf. 19, 24, 25) finden wir eine von unten gestützte Verbreiterung und Vertiefung der Pfanne sowie eine nach auswärts stark vortretende Verstärkung des kräftigen und langen Sperrhakens. Daß die Fortbildung des veranlagten Gelenkes nur mit der Fortbildung des Flugvermögens zusammenhängt, ist ohne weiteres klar.

Der erste Flugfinger hat eine nach abwärts leicht ausgebauchte Form, welche gegen das Distalgelenk erst aufwärts, dann nach abwärts gebogen ist, wodurch das Gelenkende wenig nach aufwärts, vorwiegend aber nach abwärts verbreitert wird. Diese Biegung diente der Versteifung des Flügels in der nächsten Nähe der Bewegungsachse; die untere Schweifung an allen Gelenkenden, welche oben fast rechtwinkelig geformt, unten aber breiter gerundet erscheint, dient einerseits der Versteifung gegen Druck, andrerseits zum Ansatze der Bewegungsmuskulatur auf der Unterseite, sowie der Bewegungshemmung auf der Oberseite. Diese verschiedene Ausbildung von Ober- und Unterseite in der Profilansicht läßt daher leicht erkennen, nach welcher Seite die Flügelknochen gelegt sind. Beim Wiener Exemplare liegt zum Beispiel der rechte Flügel mit der Unterseite nach auswärts [1], der linke mit ihr nach aufwärts gerichtet, was bei der Mazeration wohl deshalb geschehen ist, weil dem Knochen noch Fetzen der Flughaut anhafteten, welche bei der Wasserbewegung die Flügelknochen umlegten. Die Knochen waren pneumatisch und von außerordentlich leichter Bauart, daher beim Versteinerungsprozesse leicht zerdrückbar — was wir beim 1. und 2. Gliede sehen —, während die beiden letzten Glieder fester gebaut waren und sicher auch einen gewissen Grad von Elastizität besaßen; sie sind auf der Platte ganz unverdrückt. Auffallend ist die Stellung des vierten Flugfingergliedes: erst nach aufwärts gerichtet und das rutenförmige Ende dann nach abwärts gebogen.

Aus der Gestalt und Aneinanderlage der Flugfingerglieder bei *Rhamphorhynchus,* welche mit jener bei *Dimorphodon, Dorygnathus* etc. übereinstimmt, ergibt sich, daß diese Biegung der Flügelspitze nach abwärts, respektive in der Flugstellung nach rückwärts, bald mehr bald weniger deutlich, oder auch ins Gegenteil verkehrt auftritt. Bei allen Exemplaren von *Dorygnathus* tritt diese Biegung in gleichem Sinne und gleich stark auf. Die verschiedenen Flughautexemplare des *Rh. Gemmingi* zeigen keine gleichartige Ausbildung: eine schwache Spannung nach abwärts (recte nach rückwärts) finden wir bei dem von Marsh beschriebenen *Rhamporhynchus phyllurus* (1882); es ist dieselbe Biegung, welche sowohl das Exemplar des bayrischen Oberbergamtes [2] zeigt, dessen Gegenplatte das Museum für Naturkunde in Berlin besitzt, wie auch das von Wanderer (1908) beschriebene des mineralogischen Museums zu Dresden. Im entgegengesetzten Sinne, nach oben (recte nach vorwärts), wenn auch nur flach konkav gebogen, ist das v. Zittel'sche Original der Münchener Sammlung (1882), das wohl E. v. Stromer als Vorbild für seine Rekonstruktion (1913, Taf. III) gedient hatte, sowie das Wagner'sche Original (1860, Taf. XVI) derselben Sammlung. Bei *Pterodactylus* ist das letzte Flugfingerglied ziemlich geradegestreckt oder nur sehr wenig nach abwärts gebogen; dasselbe ist bei *Nyctodactylus* (Williston 1903, Taf. 44) der Fall, hingegen ist dieses letzte Fingerglied bei *Pteranodon* (Eaton 1910, Taf. 25, 26), das nebenbei bemerkt deshalb sehr verkürzt ist, weil die anderen Glieder, besonders das 1. und 2., sehr verlängert sind, auffallend stark nach unten, respektive nach rückwärts gebogen. Aus diesem verschiedenen Verhalten des letzten Flugfingergliedes möchte ich keine weitgehenden Schlüsse wie Stromer (1913, p. 59) oder Abel (1916, Fig. 4) ziehen, vielmehr macht es mir den Eindruck, als wenn das, sicher bis zu einem gewissen Grade als elastisch biegsam anzunehmende Endglied, je nach der Spannung der Flügel des toten Tieres bei der Fixierung im weichen Schlamme, bald mehr bald weniger stark angespannt und dadurch verschieden stark gebogen erhalten geblieben ist.

---

[1] Denkt man sich das Individuum im Fluge, dann ist es die caudalwärts gerichtete rückwärtige Seite.

[2] v. Ammon, 1909, p. 227.

Aus der übereinstimmenden Gestalt und Aneinanderlage der Flugfingerglieder in den Gelenksregionen bei allen *Rhamphorhynchen* ließ sich der Schluß ziehen, daß bei ihnen höchstens eine schwache Beugung der einzelnen Flugfinger gegeneinander, also nur eine leichte Krümmung des Flügels nach rückwärts, nie aber eine Faltung stattfinden konnte; denn für sie fehlen die Fingergelenke. Für die Beugung sind Beuge- und Strecksehnen an den Fingergliedern anzunehmen, von denen wir mindestens erstere beim Münchener *Rhamphorhynchus*-Flügel angedeutet finden.

O. Abel hat aber für die *Pterodactyliden* einen höheren Grad von Beweglichkeit der Flugfingerglieder gegeneinander angenommen (1912, p. 321—324), welche nicht nur »winkelig gegeneinander abgebogen«, sondern sogar »zusammengelegt« werden konnten. Aus dieser Annahme folgerte er für diese kürzer- und breitflügeligere *Pterosaurier*-Gruppe die Existenz eines Flatterfluges, im Gegensatze zum Drachenfluge der lang- und schmalflügeligen *Rhamphorhynchen*. Meine Beobachtungen und Vergleiche decken sich nicht mit diesen Ansichten. Bei kleineren *Pterodactylus*-Formen sind tatsächlich die Fingergelenke der Flugfinger (in der Abbildung!) mehr gerundet als wir dies bei den zumeist erheblich größeren Individuen der abgebildeten *Rhamphorhynchus*-Exemplare finden. Bei größeren *Pterodactylen* ändert sich dies, indem nur einzelne Glieder, andere nicht mehr gerundete Gelenksenden besitzen: vergl. *Pt. scolopaciceps, longirostris, Kochii* (H. v. Meyer, Fauna d. Vorw., Taf. I, Fig. 2, Taf. II, Fig. 1, Taf. III, Fig. 1) und schließlich finden wir gar keine Abweichung mehr von der Ausbildung bei den *Rhamphorhynchen*: vergl. *Pt. suevicus* Quenst. (Plieninger 1907, Taf. XVIII) oder *Pteranodon* (Eaton 1910, Taf. 26). Man erhält unwillkürlich den Eindruck, daß die abgerundete Zeichnung der Fingerglieder bei den kleinen Exemplaren ebenso wie das Fehlen des proximalen *Olecranon* am 1. Fingergliede entweder auf das Alter des Individuums oder, was wahrscheinlicher sein

Fig. 39.

Rekonstruktion des Flügels von *Dorygnathus;* $^1/_2$ der natürlichen Größe.

dürfte, auf die Zufälligkeiten der zeichnerischen Wiedergabe zurückzuführen seien. Leider lassen sich in der jetzigen Zeit keine Studien an den in den verschiedenen Museen liegenden Originalstücken machen. Was schließlich die Lage der Flugfingerglieder in der fixierten Todesstellung der Tiere betrifft, ob sie straff in einer geraden oder in einer geknickten Linie liegen, aus welcher Tatsache Abel den Schluß auf eine Faltung des *Pterodactylus*-Flügels zog, kann diese Tatsache allein wohl nicht beweisend hierfür sein. Der möglichen Ursachen für Zerfall oder Zusammenhalt des Flügels nach dem Tode des Tieres und der Fixierungsmöglichkeiten in einer zufälligen Stellung gibt es so viele, daß man auf keinen Fall aus ihr allein einseitige Schlüsse ziehen darf.

Untersuchen wir noch, inwieweit die Ansicht über die Kurz- und Breitflügeligkeit der *Pterodactylen* und jene über die Länge und Schmalheit derselben bei den *Rhamphorhynchen* begründet ist. Unsere Grundlagen bilden die von den Originalabbildungen abgenommenen oder bei mangelhaftem Erhaltungszustande errechneten Maße. Daß in letzterem Falle Irrtümer in gewissen Grenzen vorkommen können, soll vorweg zugegeben werden.

Unter den *Rhamphorhynchen* verhält sich die Rumpflänge zur Arm- und Flugfingerlänge

bei *Dimorphodon* wie . . . . . 1 : 4 respektive 1 : 2·8
» *Dorygnathus* wie . . . . . 1 : 4 » 1 : 2·8
» *Rh. Gemmingi* [1] wie . . . . . 1 : 4·4 » 1 : 3·5.

Das ist so zu verstehen, daß im Allgemeinen das Verhältnis zwischen Rumpf und Arm respektive Flugfingerlänge so ziemlich dasselbe bleibt, daß aber bei den liasischen Formen der Rumpf verhältnismäßig größer, d. h. schwerer ist, bei den vervollkommneten Formen des Malm hingegen kleiner und leichter. Weil bei ihnen die Armlänge größer war, sowie auch relativ die Flugfingerlänge, deshalb war der Flügel länger und hatte die bekannte, Mövenflügel ähnliche Form. Umgekehrt muß der Flügel der *Lias-Rhamphorhynchen* weniger lang, dagegen wohl etwas breiter angenommen werden, wie wir auf Fig. 39 darstellen.

Unter den *Pterodactylen* verhält sich die Rumpflänge zur Länge des Armes respektive Flugfingers

bei *Pterodactylus spectabilis* wie . . . . . 1 : 4 respektive 1 : 2·5
» » *scolopaciceps* wie . . . . 1 : 4·6 » 1 : 2·6
» » *suevicus* wie . . . . . 1 : 4 » 1 : 2·5
» » *longirostris* wie . . . . 1 : 4·8 » 1 : 3
» » *Kochii* wie . . . . . 1 : 5 » 1 : 3
» *Nyctodactylus* wie . . . . . (?) 1 : 10 » (?) 1 : 6
» *Pteranodon* wie . . . . . 1 : 6 » 1 : 5.

Die *Pterodactylen* des Tithon ähneln in der Ausbildung des Flugfingers den gleichalterigen *Rhamphorhynchen,* die Entwicklung des Armes ist im Gegenteile größer als dort; bei jenen der Kreide ist der Rumpf im Verhältnisse zum Flügel hingegen erheblich kleiner geworden. Wir haben daher kein Recht, die *Pterodactylen* ganz allgemein als kurz- und breitflügelige, die *Rhamphorhynchen* als besonders lang- und spitzflügelige *Pterosaurier* aufzufassen, wie Abel es getan hat. Die Flügelform dürfte ungefähr hier wie dort dieselbe gewesen sein, und wenn die einen Drachenflieger waren, dann waren es die anderen auch. Dies gilt natürlich ganz besonders von den *Pterodactylen* der Kreide. Freilich kennen wir vorerst nur die Flughautform bei *Rhamphorhynchus Gemmingi* und der einzige *Pterodactylide* mit Flughaut ist der kleine *Pt. elegans* des Harlemer Museums, mit einer Rumpflänge von nur 3 *cm,* der aber nur mangelhaft abgebildet worden ist (Winkler 1873, Tafel VIII).

Die Zählweise der Strahlen der Pterosaurierhand (Fig. 24—36).

Wir haben schon früher, p. 47, angedeutet, daß die Auffassung des Spannknochens als Sehnenverknöcherung, d. h. als Neubildung, oder als zurückgelegter I. Fingerstrahl, d. h. als Adaptation eines vorhandenen Strahles der Hand in innigster Verbindung mit der Frage stehe, ob wir in der *Pterosaurier*-Hand IV oder V Fingerstrahlen zu sehen haben.

Ich bin nicht in der Lage, neue Beobachtungen diesbezüglich beibringen zu können und beschränke mich darauf, über die bis 1915 reichenden und völlig genügenden Darstellungen möglichst kurz zu referieren, und hierauf meine eigene Auffassung zu begründen.

Betrachten wir die Hand von *Rhamphorhynchus,* deren Elemente wegen verschiedenartigen Zusammenhaltes meist zerfallen, aber zuweilen doch noch gut geschlossen uns erhalten geblieben sind. Letzteres ist besonders der Fall bei *Campylognathus Zitteli* Plien. (1894) und dem Löwener Skelett des *Dorygnathus* (Fig. 26, 27 u. 40). Wir sehen auf der radialen Seite den kürzesten, auf der ulnaren den längsten Fingerstrahl, der als Flugfinger hervorragende Bedeutung erlangt und bezeichnen sie dementsprechend als I—IV, woraus sich ergeben würde, daß V verloren gegangen ist. Diese Auffassung vertraten Cuvier, H. v. Meyer (nach 1860), in neuester Zeit Williston, Eaton, Abel, Jaekel.

Alle anderen Autoren von Goldfuß bis Stromer deuteten die Verhältnisse anders: sie sahen im Flugfinger den V. Strahl, in den kurzen Krallenfingern den IV.—II. und mußten im radialliegenden »Spannknochen« dann ein Rudiment des I. Strahles annehmen.

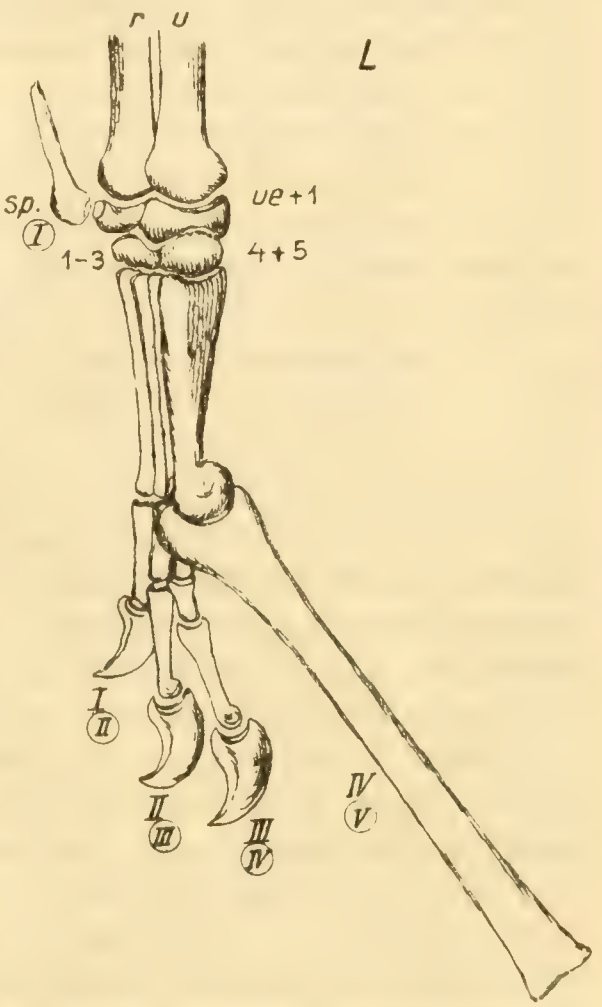
[1] K. v. Zittels Münchner Flügel und H. v. Meyers Heidelberger Exemplar (Fauna d. Vorw., Taf. IX, Fig. 1).

Wie verschiedenartige Deutung die Entwicklung der Flughand zuläßt ergibt sich also daraus, daß der Schwund eines Strahles bald auf der Innen- bald Außenseite angenommen und der »Spannknochen« bald als Daumenrudiment, bald als Sesambein, Pisiforme oder Sehnenverknöcherung erklärt wird. Alle diese Deutungen sind durch verschiedenartigste Beweisführung gestützt worden.

Die Auffassung, fünf Strahlen seien ausgebildet, lehnte sich an die Entwicklung der *Lacertilier* an. Am prägnantesten hat v. Zittel (1882, p. 54) die Deutung des »Spannknochens« als Daumenrudiment begründet: »er tritt über dem Radiale in die Handwurzel ein, und hat mit dem eigentlichen Patagium nichts zu tun; er lenkt im *Carpus* dort ein, wo bei *Lacerten* das *Metacarpale* des Daumens einlenkt«; überhaupt ähnle ihr *Carpus* sehr jenem der *Pterosaurier* und so erschiene diese Deutung des »Spannknochens« als Daumen-*Metacarpus* kaum zweifelhaft.

Dagegen ist zu bemerken, daß der Spannknochen gar nicht in die Handwurzel eintritt, sondern diskret bleibt. Er artikuliert entweder direkt (ältere *Rhamphorhynchiden*, Fig. 24—27) mit ihm oder indirekt durch ein Zwischenstück, und zwar teils mit ihm allein, teils noch mit der distalen *Carpal*-Reihe (jurassische und cretazische *Pterodactylen*, Fig. 28—36). Je nach der Beanspruchung wird also Gestalt, Stellung und Articulationsmöglichkeit variiert. Jaekel (1915, p. 6, Fig. 2) faßte dagegen das abgegliederte Pteroidstück, das erst bei der jüngeren *Pterosaurier*-Gruppe auftritt und bei der älteren noch fehlt, schematisch als *Radiale* auf und dies aus der Erwägung, daß der Flugapparat sich auf die ulnare Linie stütze, weshalb sich das *Ulnare* durch ein *Intermedium* vergrößert habe, das *Radiale* dagegen werde hinausgedrängt. Faßt man nun den Spannknochen als radialstehende Neubildung auf, dann stehen dem die Beobachtungen entgegen, daß solche wohl auf der ulnaren, nicht aber auf der radialen Seite vorkommen (v. Stromer 1913, p. 60), höchstens bei grabenden Nagern. Wir haben aber oben p. 47 gesehen, daß dort wo die Hand vergrößert wird, sowohl ulnar wie radial Neubildungen auftreten können. Hier liegt die Beanspruchung im ulnaren Strahle, zu dessen Unterstützung der Radiale herangezogen wird, und folglich ist eine Neubildung auf der radialen Seite möglich.

Fig. 40.



Löwener Exemplar des *Dorygnathus banthenis*. Linke Vorderextremität mit den Angaben der verschiedenen Zählweise.

Nach Gegenbauer (Studien am *Carpus* und *Tarsus*) gilt als ziemlich allgemein, daß bei Reduktion von Fingerstrahlen zuerst der ulnare schwinde. Nach neueren embryologischen Untersuchungen (vergl. Plieninger 1907, p. 302) scheinen Ausnahmen jener Regel vorzukommen. Gehen wir, da uns triadische *Pterosaurier* in guter Erhaltung noch fehlen, in der — man darf sie in der vollen Bedeutung des Wortes sicher nicht so nennen — Ahnenreihe der Flugsaurier weiter zurück, dann finden wir in der von Jaekel (l. c., p. 7, Fig. 3) mitgeteilten Hand des triadischen theropoden Dinosauriers *Plateosaurus* eine Form, bei welcher der IV. Phalangenstrahl, so wie bei den Flugsauriern, vier Glieder ohne Endklaue besitzt, der V. ganz abgespreizt wird und aus drei kurzen kleinen Gliedern ohne Klauen besteht. Die auffallende seitliche Stellung und Kleinheit der Elemente drängen die Deutung dieses Fingers als eines im Schwinden befindlichen Strahles auf. Der triadische *Tribelesodon* von Besano (Fig. 4, 5), von dem eine Abbildung und Beschreibung in der Literatur noch fehlt, ist mit *Plateosaurus* ungefähr gleich alt; der eine ist ein Flugsaurier, der andere ein terrestrer Raubdinosaurier und zwischen beiden Reihen kann es sich nicht um Abstammung handeln. Wohl aber können beide von der gleichen Wurzel abstammen und daher gewisse Familieneigentümlichkeiten besitzen. Beiden fehlt am

IV. Strahl die zur Klaue abgeänderte Endphalange der anderen Finger und bei beiden ist ulnar völlige, oder wenigstens stark fortgeschrittene Reduktion zu finden. Die Phalangenformel ist daher beim Flugsaurier 2, 3, 4, 4, 0, bei *Plateosaurus* 2, 3, 4, 4, 3; die vom Palaezoikum an bei Reptilien vielfach wiederkehrende und oft als Normalform bezeichnete Phalangengliederzahl ist 2, 3, 4, 5, 4—3. Aus dem Vergleiche dieser drei ergibt sich Art und Umfang des obigen Gliederschwundes. Nähme man hingegen auf der Grundlage dieser Formel einen Schwund des I. Strahles an, sodaß der Flugfinger zum V. wird, dann müßte man beim II.—IV., wo normal ein + von je einem Glied vorhanden ist, unterhalb der Kralle den Schwund je eines Fingergliedes, hingegen beim V. Strahl erst den Verlust der Kralle und dann das Zuwachsen eines neuen Fingergliedes annehmen. Auf diese komplizierte und abstammungstheoretisch unmögliche Annahme hat Williston (1911, p. 702) hingewiesen.

Man hat die Entwicklung des Flügels bei *Archaeopteryx* und den Vögeln zur Klärung der Phalangenfrage der Flugsaurier herangezogen und ging dabei vom gemeinsamen Ausgangspunkte der Flugfähigkeit aus. Ich glaube mit Unrecht. Es gibt sicher eine Fülle von Analogien, aber da wie dort wird die Flugfähigkeit auf verschiedenen Wegen erreicht und die Ahnen der cretazischen und tertiären Vögel inklusive des oberjurassischen *Archaeopteryx* sind gewiß nicht triadische *Pterosaurier* gewesen, sondern haben sich, wo und wann wissen wir nicht, aus dem Reptilstamme abgespalten. Daß *Archaeopteryx* gleichzeitig mit *Rhamphorhynchus* und *Pterodactylus* auftritt, beweist dies. Daß ferner bei jenem die Hand nur mehr aus III, bei diesen noch aus IV Strahlen besteht, bei cretazischen Formen durch Schwund der Proximalteile der Metacarpalien I—III hingegen die Reduktion auf den Flugfinger allein angestrebt wird beweist, daß die Abänderung der Hand zum Fluginstrumente hier wie dort selbständig erfolgt ist.

Aus den auseinandergesetzten Gründen fasse ich die Finger der Flughand als I.—IV., den Flugfinger daher als IV. Strahl und den Spannknochen als Neubildung auf.

Abstammung der Flugsaurier.

So alt wie die Kenntnis der Flugsaurier sind auch die Versuche und Studien, um die Verwandten derselben aufzufinden, die Hypothesen über Erwerb des Flugvermögens und Art des Flugtypus. Interessant ist die erste biologische Darstellung (siehe Fig. 1), welche uns Goldfuß 1831 schon geboten hat und viel weiter sind wir bisher auch nicht gekommen, nur technisch vollendetere Bilder wollen heute die Auffassung von Gestalt und Lebensweise vertiefen (z. B. Lucas 1902, Taf. VI).

Meines Wissens hat zum ersten Male Doederlein (1901) den Erwerb des Flugvermögens bei den Wirbeltieren im Allgemeinen untersucht und ist zum Resultate gekommen, daß die Vorstufe des Fluges das Baumklettern war, vorwiegend basiert auf die Vorderextremität; auch das Springen von Ast zu Ast sowie jenes von oben nach abwärts für den Nahrungserwerb bildet sich aus, unterstützt nur bei einzelnen Formen innerhalb einer Gruppe durch das Entstehen einer Fallschirmausbildung, die wir zwischen den Zehen (*Rhacophorus*), einzelnen Rippen (*Draco*), längs der Körperseite zwischen den Extremitäten (*Flugbeutler, Flughörnchen*) finden oder am vollkommensten bei *Galeopithecus*, bei welchem vom Halse bis zum Schwanze eine Flughaut die Körperseiten begleitet. Zu diesen »Fallschirmtieren«, die nur die Gabe des passiven Fluges von oben nach abwärts besitzen, treten die aktiven Flieger, deren Flügelbau ihnen ermöglichte, den Körper von unten nach oben zu heben und die sowohl »Hautflieger«[1] (*Pterosaurier*, Fledermäuse) wie »Federflieger« (Vögel) waren. Letztere sind die vollendetste Form der fliegenden Wirbeltiere, wenn auch nicht der Flieger überhaupt, weil sie den Erwerb des Flugvermögens mit dem Verluste eines Extremitätenpaares bezahlen mußten, was bei den fliegenden Insekten nicht der Fall war. Bei ihnen blieb die Extremitätenzahl unverändert und das Flugvermögen wurde neu hinzu erworben.

Verschieden sind, wie die geologische Zeit des Auftretens der zwei Hautfliegertypen, auch ihre Flugausbildung: die *Pterosaurier* mit langem, schmalem, zwischen einem Finger und der Hinter-

[1] Branca, 1908, p. 14.

extremität, eventuell noch ähnlich *Galeopithecus* mit Pro- und Uropatagium; die *Chiropteren* bis zu einem gewissen Grade ähnlich *Rhacophorus*, außerdem aber noch mit einer Flughautfortsetzung längs der Körperseiten, sodaß eine Tragfläche ähnlich jener bei den *Pterosauriern* resultiert. Sie unterscheidet sich bei beiden Typen nur durch die Art der Befestigung und die dort schmale und lange, hier kürzer und breitere Flächenausbildung.

Waren die Ahnen Baumkletterer, dann mußten sie Krallen zum Anhaken besitzen; bei den *Chiropteren* finden wir, abgesehen von der Hinterextremität, bestenfalls an zwei Fingern Krallen, an den andern sind sie wegen der Flughaut funktionslos geworden und geschwunden. Bei den *Pterosauriern* tragen von den vier Fingern der Vorderextremität die drei an der Flughautbefestigung nicht beteiligten Finger kräftige Krallen. Bei den *Vögeln* endlich, deren Entwicklungsreihe vielleicht auf die gleiche Wurzel wie die *Pterosaurier* zurückgeht, finden wir beim »Urvogel« *Archaeopteryx* im erwachsenen Zustande noch Krallen an den drei Fingern, welche bei den echten Vögeln nur im Jugendstadium noch auftreten und später schwinden, eventuell als kutaner Neuerwerb auftreten. Während die kletternden Vögel mit den Hinterfüßen klettern und Schnabel (Papagei) oder Schwanz (Specht) zur Hilfe benützen, ist der junge Hoazin (*Opisthocomus cristatus*) noch ein ausgesprochener Baumkletterer mit Verwendung der drei Krallen an der Vorderextremität. Er ist auch noch, wie Abel (1911, p. 170 und 171) nach F. Headley zitiert, infolge seines mangelhaften Flugvermögens und seiner Flattersprünge weit eher ein Fallschirmtier als ein Flieger.

Wenn aber diese fliegenden Wirbeltiere Baumkletterer und Fallschirmtiere waren, wie Abel dies sehr ausführlich für die Vögel nachgewiesen hat, dann lebten wiederum deren Vorfahren auf dem Boden, den sie erst im Kampfe ums Dasein mit dem arborealen Leben vertauschten. Das ist der Grund, warum Zwischenformen fossil nur schwer erhaltungsfähig waren und uns bis heute fehlen, denn die *Pterosaurier* treten schon als fast fertiger Flugtypus unter der Basis der Obertrias auf.

Zu dieser Hypothese steht eine andere im Widerspruch, die von Dr. F. Baron Nopcsa (1907) aufgestellt, als Vorfahren der fliegenden Vögel einen laufenden »*Proavis*« annimmt. Der Normalfuß der Reptilien ist fünfzehig und wird bei den Läufern auf drei Zehen reduziert, also eine hochgradige Anpassung, die wir bei Reptilien sowie bei Vögeln finden und welche bei letzteren eben eine frühere »Normalform« voraussetzt. Läufer waren biped, was sich im Becken und Schwanz wegen der Balanzierung ausdrückt. Der Arm in Nopcsas Rekonstruktion (l. c. Fig. 82) ist ziemlich kurz mit drei Fingern angegeben, und zwar wird als Vorstufe des Flügels die Ausbildung eines beschuppten Hautsaumes am Hinterrande des Oberarmes angenommen. Durch Lauf und Sprung, verbunden mit einer, Flügelschlag ähnlichen Bewegung der Vorderextremität, soll die Flugmöglichkeit ähnlich den Flattertieren vorbereitet worden sein. G. Heilmann (1916, Fig. 213, 215) hat in einem Rekonstruktionsbilde den Proavis viele Stufen aufwärts in der Entwicklungsreihe schon mit Schwungfedern ausgestattet.

Es gibt kein Wirbeltier und hat wahrscheinlich auch nie ein solches gegeben, das ähnlich der Heuschrecke vom Boden aufwärts während des Absprunges zu fliegen vermag, und zwar deshalb, weil der Flügel nicht groß sein kann, um nicht die Bewegung im Lauf und Sprung zu behindern; ist er aber klein, dann vermag er die Körperlast nicht zu heben. Wohl kennen wir *Dinosaurier* mit pneumatischen Knochen, doch sie waren keineswegs gleichalterig mit dem hypothetischen *Proavis*, sondern viel jünger.

Aus verschiedenen Gründen ist diese *Proavis*-Hypothese daher abgelehnt worden.

V. Becken.

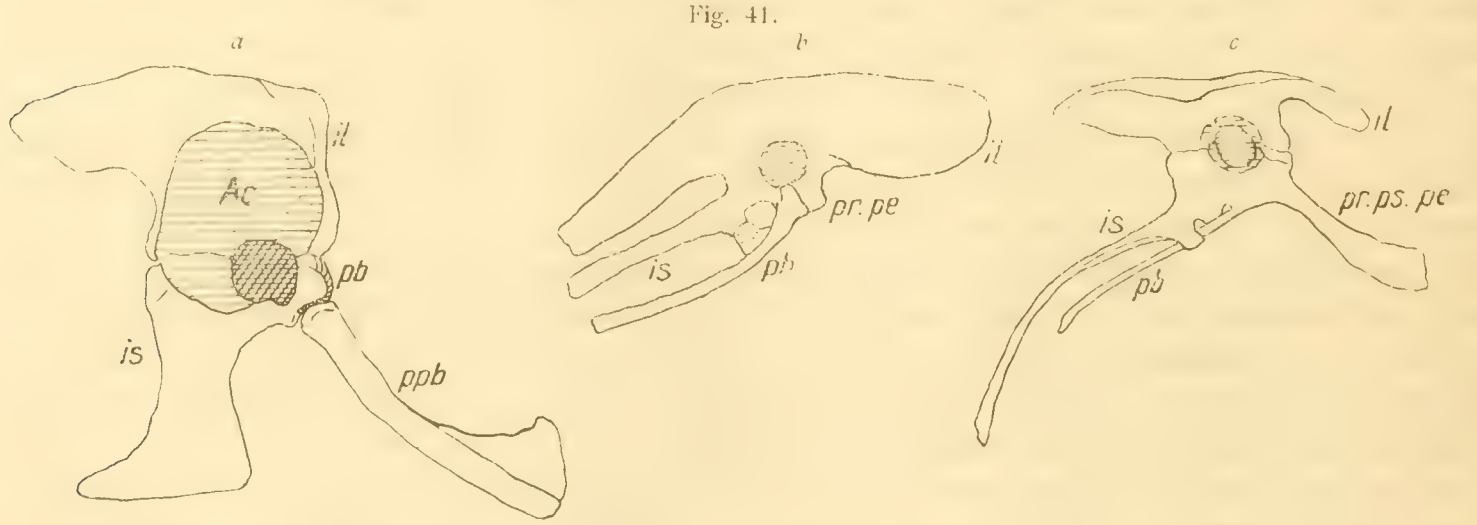
(Fig. 41—47.)

Bevor wir das Becken von *Dorygnathus* beschreiben, müssen wir einige allgemeine Bemerkungen vorausschicken, um die Bezeichnungsweise der Beckenelemente festzulegen, welche in der Literatur total verschieden ist. Oben, bei Beschreibung der Wirbelsäule, ist (p. 29) nachgewiesen worden, daß

bei den *Rhamphorhynchen* einheitlich vier Sacralwirbel vorkommen, während bei den *Pterodactylen* vom Oberjura bis in die Oberkreide die Anzahl bis auf zehn ansteigt *(Pterodactylus dubius* Meyer, *Pteranodon).* Damit geht eine Umbildung des Beckens in bestimmter Richtung einher, das schließlich zu einem fixen, vogelähnlichen *Synsacrum* wird.

Der Beckenkomplex ist aus den drei diskreten Elementen *Ilium, Ischium* und *Pubis* aufgebaut, welche normal an der Bildung des *Acetabulum* Anteil haben. Sind diese drei Stücke aber nicht diskret, sondern zwei davon, *Ischium* und *Pubis,* verschmolzen, dann deutet ein Spalt, eine Kerbe oder eine

Fig. 41.



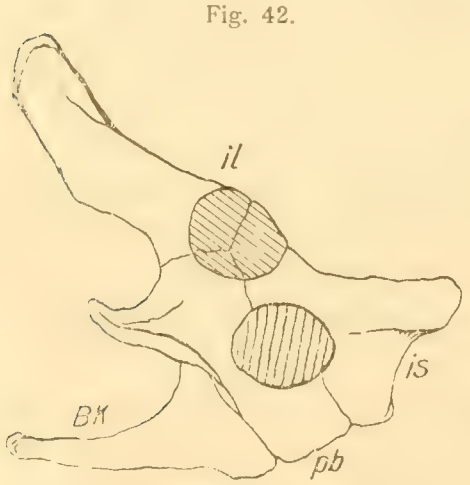
Beckenbildung bei: *a Alligator* (z. T. nach Brühl), *b Dromaeus* (nach Pycraft), *c Iguanodon* (nach Dollo). *b, c* mit Benützung von G. Heilmann.

il Ilium. *pb Pubis.* *pr pe Processus pectincalis.*
is Ischium. *ppb Praepubis.* *pr ps pe Processus pseudopectionealis.*

Durchbrechung *(Foramen obturatorium)* das Entstehen der Platte aus zwei Teilen an. Tritt ferner (Fig. 46) außer dem *Pubis* noch ein abgegliedertes, cranial gelagertes Element hinzu, dann ist dies eine Neubildung, welche je nach dem Einzelfalle verschieden gedeutet wird, und als *Praepubis, Processus pectinealis* oder *Processus lateralis* des *Pubis* bezeichnet wird. Vergleichsweise sei hinzugefügt, daß im Marsupialierbecken eine ähnliche Neubildung in Gestalt jener Knochen auftritt, welche den Beutel stützen. (Fig. 42.)

Im *Krocodilierbecken* (Fig. 41 *a*) ist das *Ischium* relativ schmal; das *Acetabulum* zeigt in der Tiefe eine Durchbrechung, die vorne durch ein knopfartiges Stück begrenzt wird, welches unten-innen mit dem *Ilium* zusammenschließt. Wird dieses als reduziertes *Pubis* oder als vorderes Ende des *Ilium* aufgefaßt, dann wird das vor dem Becken liegende Knochenpaar entweder als echtes *Pubis* oder als *Praepubis* gedeutet werden müssen. Ich schließe mich deshalb der Ansicht Jener an, die es als *Praepubis* auffassen, weil es abgegliedert ist und am *Acetabulum* nicht Anteil hat.

Fig. 42.



Becken des Marsupialier *Ornithorhynchus* (nach Boas). *il Ilium, is Ischium, pb Pubis, Bk Beutelknochen.*

Bei Laufvögeln (Fig. 41 *b*) ist die Beckenbildung derart, daß das *Pubis* ähnlich dem *Ischium* nach rückwärts gerichtet ist, hingegen am *Ilium* in der Acetabularachse ein nach vorne und außen gerichteter Fortsatz auftritt, welcher als *Processus pectinealis* bezeichnet wird. Nach Nopcsa (1917, pag. 340) ist er gegen die letzten Rippen gerichtet, mit denen er durch intercostoidales Gewebe verbunden ist und darüber läuft die Gruppe des *Musculus ambiens,* welcher bei der Körperbalance mitzuwirken hat.

Bei den *orthopoden Dinosauriern* (Fig. 41 *c*) hingegen besteht das *Pubis* aus zwei Teilen: dem vogelähnlich nach rückwärts gewendeten *Pubis* und einem vorderen Stücke, welches vielfach als *Praepubis* bezeichnet wird. Dem Sinne nach (vergl. das Krokodilbecken) ist es jedoch kein *Praepubis,*

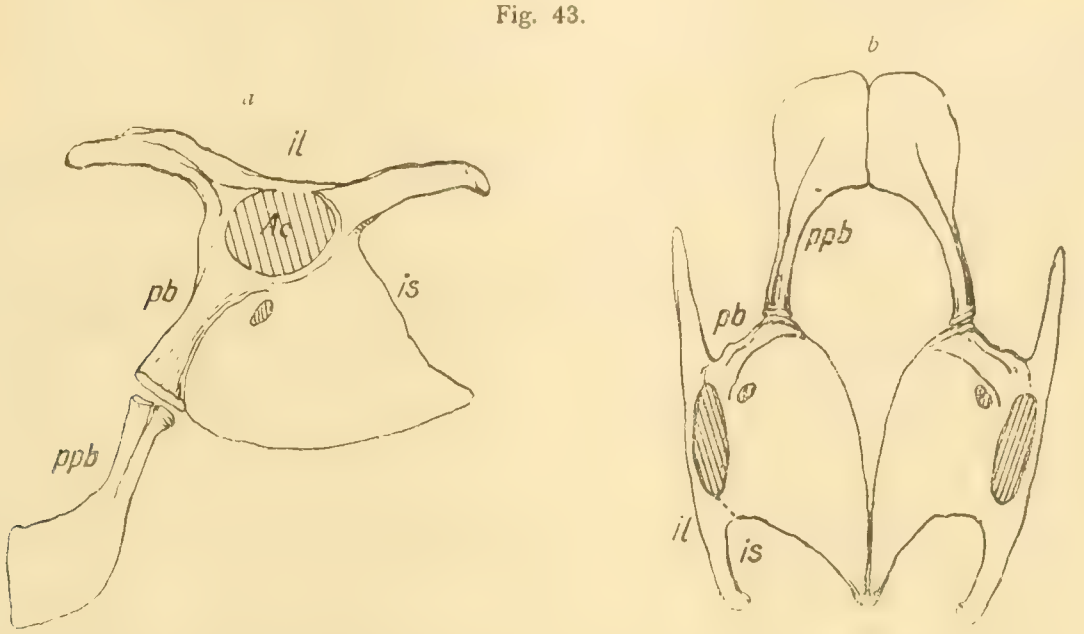
denn es ist aus dem *Pubis* selbst hervorgegangen und von diesem nicht abgegliedert. Es ist genau wie der *Proc. pectinealis* nach außen gerichtet und hat wohl dieselbe Funktion wie dieser bei der Körperbalance der *bipeden Dinosaurier* zu erfüllen. Da er aber vom *Pubis* und nicht wie jener vom *Ilium* ausgeht, ist er ihm nur funktionell gleich, weshalb Nopcsa für ihn die Bezeichnung *Proc. pseudopectinealis* vorgeschlagen hat.

Die in der Körperachse gelegene, zum Teil auch median ausgedehnte Knorpelmasse, welche zuweilen Verknöcherungszentren enthält, wird als *Epipubis* bezeichnet. Diese allgemeinen Bemerkungen vorauszuschicken war deshalb nötig, weil durch sie der Sinn der im Folgenden gebrauchten osteologischen Bezeichnungen fixiert wird.

Das Becken bei *Dorygnathus* und bei anderen Pterosauriern.

Das *Ischium* von *Dimorphodon* (Fig. 43) zeigt eine deutliche Durchbrechung, die aber sowohl Buckland wie Owen entgangen war und auf welche zuerst hingewiesen zu haben, das Verdienst Seeleys ist (1870, p. 145, 1891, p. 249). Nachdem wir nun das Vorkommen derselben kennen,

Fig. 43.



Becken von *Dimorphodon macronyx* (Buckld. nach H. G. Seeley). Bezeichnungen wie in Fig. 41.

finden wir sie auch auf der Abbildung des Exemplares vom britischen Museum durch den Zeichner angedeutet. Sie tritt auch auf der von Huene 1914 gebrachten Photographie hervor. Seeley zog aus der Tatsache ihres Vorkommens den richtigen Schluß, daß als *Pubis* der verdickte Vorderrand des Sitzbeines anzusehen sei, welches somit de facto eine *Ischio-Pubis*-Platte ist, während die früher als *Pubis* gedeuteten Stücke nun zum *Praepubis* werden. Seeley stützte sich im Gegensatze zur Autorität Owens auf jene Huxleys, der die Richtigkeit der Beobachtung voll anerkannte. Die Beckenkonstruktion Owens (l. c., Taf. 20) ist ganz verfehlt. Entschieden richtiger ist jene Seeleys, die wir oben reproduziert haben; Fig. 43 *b* zeigt die ventrale Ansicht. Man sieht das Zusammenschließen des *Ischium-*, *Pubis-* und *Praepubis*-Knochens, doch ist allerdings auf das Auftreten einer medianen Knorpelmasse, die gewiß auch hier vorkam, nicht genügend Rücksicht genommen.

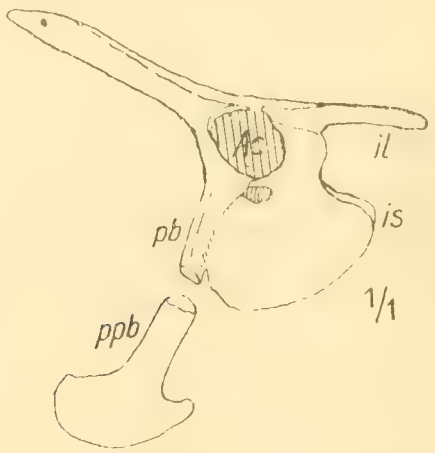
Im Becken vom anderen Liaspterosaurier *Campylognathus* finde ich bei Plieninger (1894, p. 214, Fig. 5) keine Andeutung über Vorhandensein oder Fehlen eines Foramens im *Ischium*; vielleicht ist der Erhaltungszustand zu ungünstig gewesen. Möglich wäre es aber immerhin, daß bei erneuter Untersuchung des Stuttgarter Exemplares sich ebenfalls das Auftreten desselben nachweisen läßt; denn warum sollte es gerade hier fehlen?

Das Becken von *Dorygnathus* können wir heute nach den verschiedenen Exemplaren vollkommen rekonstruieren (Fig. 44). Im alten Banzer Materiale fehlte das Becken; dagegen ist die linke Beckenseite

beim Wiener Exemplare fast vollständig erhalten, doch fehlen die *Praepubis*-Knochen, die wieder das Löwener Exemplar beiderseitig enthält; das Berliner Exemplar besitzt beide Beckenhälften und, wie mir scheint, die eine *Praepubis*-Platte.

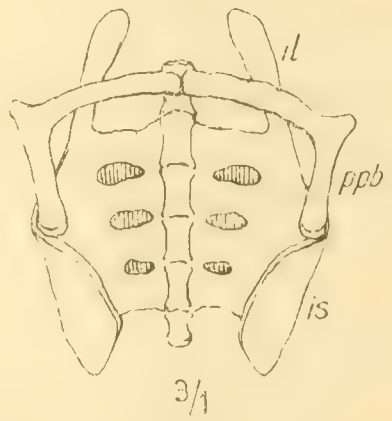
Auffallend ist das lange, ziemlich geradlinig begrenzte *Ilium* mit langem cranialen und kürzerem caudalen Teile; zwischen ihnen das hochsitzende große *Acetabulum*, an welches ein kurzes, ziemlich kräftiges *Pubis* (Wiener Exemplar) und ein unten flach gerundetes (Berliner Exemplar), an der caudalen

Fig. 44.



Becken des Wiener Exemplares von *Dorygnathus* nach den anderen ergänzt; Bezeichnung wie in Fig. 41.

Fig. 45.



Becken von *Rhamphorhynchus Gemmingi* (nach E. v. Stromer) $^3/_1$ der nat. Gr.; Bezeichnung wie in Fig. 41.

Kante ebenfalls verstärktes (Wiener Exemplar) *Ischium* grenzt. Beide sind durch ein deutliches *Foramen* getrennt. Die *Praepubis*-Stücke sind, wie gesagt, beim Löwener Exemplar am besten zu sehen: es sind einseitig verzogene, schaufelförmige Stücke mit kurzem, kräftigem Stiele. Wir haben sie uns vermittelst eines Knorpelansatzes an das *Pubis* angeschlossen und untereinander ebenfalls knorpelig in der Mittelachse vereinigt zu denken. Dadurch bekommen sie eine, nur wenig lateral nach außen, hingegen vorwiegend ventral nach außen gerichtete Lage, welche sicher mit den *Parasternalien* in Verbindung stand, beziehungsweise in die Bauchmuskulatur einbezogen war und sowohl zu Schutz und Halt für die Gedärme als zur ventralen Balance beim Auf- und Abstiege im Fluge zu dienen hatte.

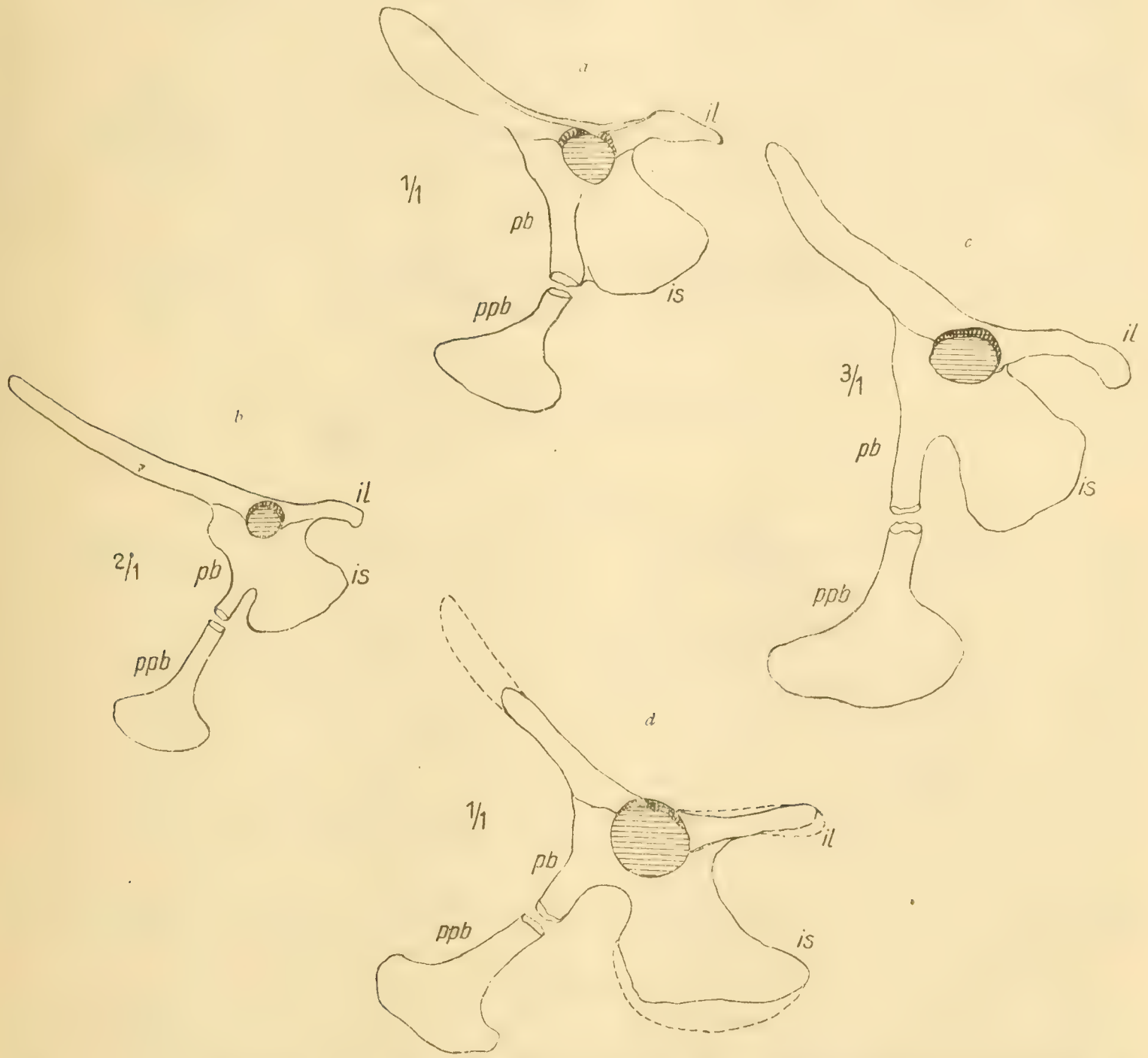
Bei Huene (1914, p. 45) finde ich ähnliche Angaben betreffs des *Praepubis* bei *Dorygnathus*, welches als »beilförmig« bezeichnet wird. Auf welche Exemplare sich diese Angaben beziehen, weiß ich nicht; sicher ist auch Huene eine *Ischio-Pubis*-Platte bekannt gewesen, die aber beim Tübinger Exemplare nicht erhalten ist. Vielleicht hatte Huene einige der erst später in den Handel gekommenen Exemplare bei Hauff in Holzmaden gesehen, denn publiziert ist von diesen damals noch keine gewesen.

Bei den *Rhamphorhynchen* des Oberjura verändern sich die Verhältnisse insoferne, als nun die *Ischia* anscheinend ventral nicht mehr zusammenstießen, sondern nur mittels Knorpelspange verbunden sind, sowie daß die *Praepubes* nicht mehr als schaufelförmige Stücke sondern als verschiedengestaltige, im Vergleiche zum Becken schmale Spangen entwickelt sind, deren Teile median in einer Symphyse zusammenstießen. Ersteres läßt sich bei *Rh. Kokeni* Plieninger (1907, p. 251), ferner bei einzelnen *Rh. Gemmingi*-Exemplaren der Münchener Sammlung (Zittel 1882, Taf. III, Fig. 2, Wagner 1860, Taf. XVI, Fig. 1 = *Rh. longimanus* etc.), letzteres sowohl bei ebendenselben Stücken wie bei den von Plieninger (1907, Fig. 17) abgebildeten Exemplaren beobachten. Allerdings sieht man die Symphysennaht der *Praepubis*-Spange nicht auf allen Abbildungen.

E. v. Stromer hat exakte Angaben darüber gemacht (1910, p. 89), daß im *Ischium* von *Rhamphorhynchus* unter dem Hüftgelenke ein *Foramen obturatorium* aufträte, wodurch die Auffassung der sogenannten *Pubis*-Spange verändert wird, und hat angeführt, daß es besonders beim schönen, von Zittel (l. c.) beschriebenen Becken zu sehen sei (Fig. 45). Man hat diese Angaben nur zweifelnd

und speziell Plieninger mit Unglauben hingenommen, trotzdem sie Stromer wiederholt festgehalten hat (1913, p. 62). Es liegt gar kein Grund vor, an diesen Angaben zu zweifeln, um so mehr, als sie keine Hypothese, sondern tatsächliche Beobachtung sind. Wenn bei Lias-*Rhamphorhynchen* ebenso wie bei den *Pterodactylen* des Oberjura und der Kreide *Foramina* auftreten, dann können sie auch bei *Rhamphorhynchen* des Oberjura vorkommen. Ich bringe keine Seitenansicht der Beckenelemente wie

Fig. 46.



Becken verschiedener *Pterotactylier* des Oberjura: *a Pt. suevicus* (nach Quenstedt); *b Pt. longirostris* Cuv. (nach H. v. Meyer); *c Pt. dubius* Mstr. (nach H. v. Meyer); *d Pt. longicollum* H. v. M. (z. T. nach Plieninger). Bezeichnung wie Fig. 41.

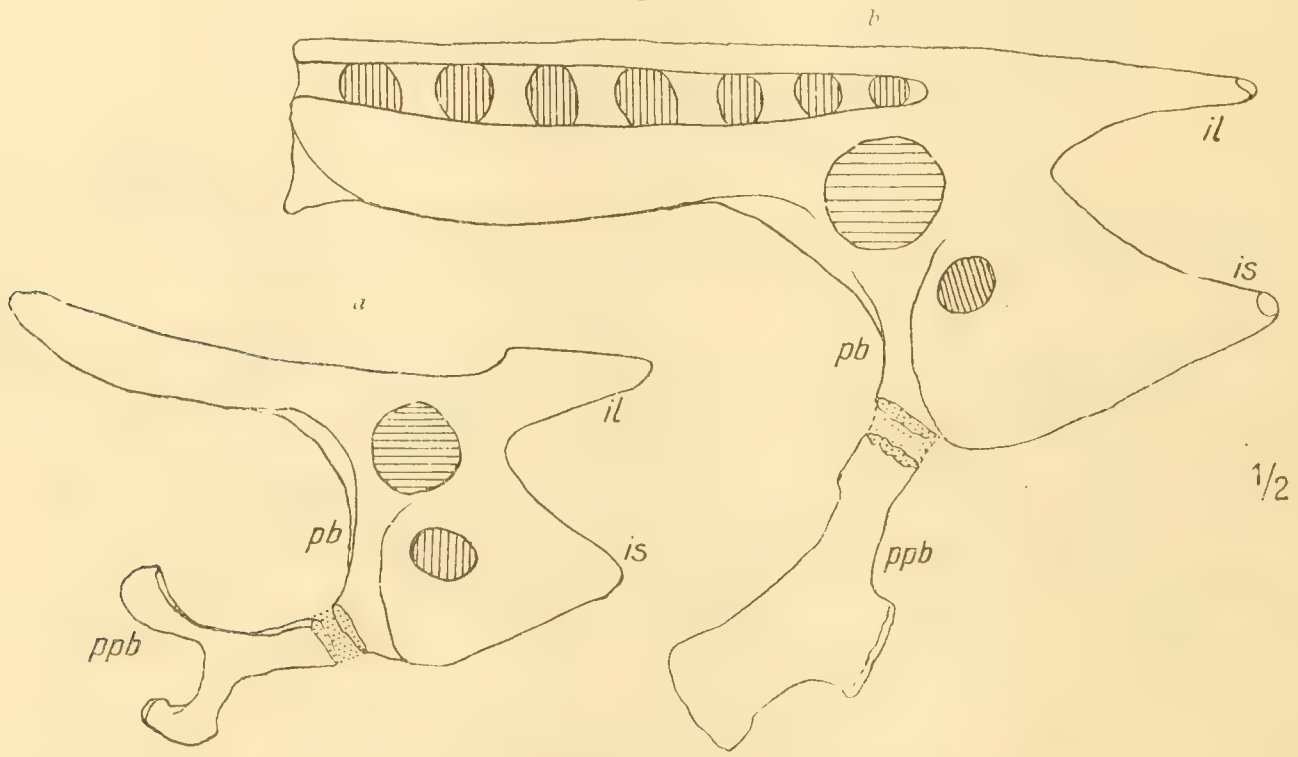
bei der Liasform (Fig. 44), weil auf der einzigen Wagner'schen Abbildung (l. c.) von der Seite das Foramen nicht angedeutet ist, weshalb ich (Fig. 45) eine Vergrößerung der Stromer'schen Rekonstruktion mit nur kleinen Abweichungen gebe.

Überblicken wir die Beckenausbildung der *Rhamphorhynchen* vom Lias bis in den Oberjura, dann bemerken wir, daß die ursprünglich große *Ischio-Pubis*-Platte allmählich kleiner wird, daß der mediane Zusammenhang sich löst und die im Lias schaufelförmige Gestalt des *Praepubis* zur schmalen

Spange wird, die lateral und ventral mit der Bauchmuskulatur in engen Kontakt tritt. Im Ganzen finden wir die Tendenz, den Beckenbau zu erleichtern.

Betrachten wir in gleicher Weise den Beckenbau der *Pterodactylen*. Im Vergleiche zu den *Rhamphorhynchen* streckt sich das Becken in die Länge, was durch die größere Zahl der einbezogenen Wirbel angedeutet, durch Verlängerung der *Ilia* und durch stärkeres Zurücktreten der *Ischio-Pubis*-Platte erreicht wird, was wieder eine erhebliche Aufrichtung des Körpers andeutet. Trotzdem gibt es auch hier Ausnahmen, wie z. B. die langen *Ilia* bei *Dorygnathus* (Fig. 44) oder relativ kurzen bei *Pt. suevicus* (Fig. 46 *a*). Durch die Bewegung des *Ischium* trennt sich das *Pubis* mehr und mehr ab, wie ein Blick auf unsere Fig. 46 lehrt. Meine Darstellung des Beckens von *Pt. longicollum* (Fig. 46 *d*) weicht von der durch Plieninger (1907, Fig. 33) gegebenen insoferne etwas ab, als bei dieser der Spalt zwischen *Praepubis* und *Ischium* fast ausgefüllt, bei der meinen offen erscheint. Auf l. c. Taf. XIX sieht man, daß nicht nur zwischen *Pubis* und *Ischium*, sondern auch zwischen

Fig. 47.



Becken von *Pterosauriern* der Oberkreide: *a Nyctodactylus gracilis* Marsh, Rekonstruktion (nach Williston) 1/2 der nat. Gr.; *b Pteranodon ingens* Marsh (nach Eaton) 1/2 der nat. Gr. Bezeichnung wie Fig. 41.

Ischium und caudalem *Iliumast* anscheinend eine derartige Platte zu sehen ist, die mir deshalb unwahrscheinlich ist, weil sie in keinem anderen *Pterodactylier*-Becken vorkommt. Deshalb habe ich sie weggelassen; sie dürfte in der Beckenplatte der anderen Seite ihre Erklärung finden.

Etwas abweichend von Plieninger's Darstellung (l. c., Fig. 27) ist auch jene von *Pt. suevicus* (Fig. 46 *a*), auf welcher der *Proc. pectinealis*-artige Fortsatz am *Pubis* fehlt. Diese Figur wurde nach Quenstedts Abbildung der präparierten Innenseite (ibid. Fig. *H*) gezeichnet, welcher jener Fortsatz fehlt. Auf diese Weise lassen sich die ganzen Beckenformen unschwer als gleichartig erkennen. Das *Acetabulum*, das bei den *Rhamphorhynchen* schon hoch hinaufgerückt war, sitzt nun fast am Rande des *Iliums*, was von Bedeutung für die Articulation des Beines war, dem hierdurch die, zum Spannen der Flughaut notwendige Drehung erst ermöglicht war.

Während die *Rhamphorhynchen* ein breites *Praepubis* besaßen, das bei den oberjurassischen Formen wie gesagt zur Spange wurde, finden wir auffallenderweise bei den gleich alten, also bei den älteren *Pterodactylen* wieder das schaufelförmige *Pubis*, welches sich bei den Kreideformen nun nicht mehr zur Spange umbildet, sondern verkürzt, z. B. bei *Pteranodon* (Fig. 47 *b*), oder gabelförmig spaltet, z. B. bei *Nyctodactylus* (Fig. 47 *a*), trotzdem das frühere Längenverhältnis zwischen *Pubis*

und *Ilium* eigentlich nicht viel verändert wird, wenn auch der erste Blick dies vermuten ließe. Bei den *Pterodactylen* der Kreide macht die *Praepubis*-Apparatur den Eindruck, als wenn sie weit auseinandergetreten und dadurch sowohl mit der lateralen als ventralen Muskulatur in Berührung gestanden wäre. Auch scheint der nach auswärts gerichtete Fortsatz des *Praepubis* bei *Nyctodactylus*[1], welcher infolge der perspektivischen Wiedergabe etwas verkürzt erscheint, eine analoge Bildung wie der obengenannte *Proc. pseudopectinealis* zu sein. Ganz besonders ist noch bei den *Pterodactylen* der Kreide darauf hinzuweisen, daß das *Pubis* vom *Ischium* distal nur durch eine Kerbe getrennt wird, weshalb ein breites, großes *Foramen obturatorium* erscheint. Die *Ischia* verschmelzen ventral in ihrer ganzen Länge und unterscheiden sich dadurch vom Vogel-*Ischium;* auch die, bis zur Länge von zehn Wirbeln verlängerten *Ilia* verschmelzen caudal zu einem festen Stücke, in dem sich eine mediane Platte ausscheidet, welche dorsomedian verlängert wird und die Dornfortsätze zum Verschmelzen bringt, ähnlich wie wir es in der Schulterregion beim *Notarium* kennen gelernt haben. Da auch die Sacralrippen seitwärts in breite Verbindung mit dem *Ilium* treten, ergibt sich für die höchstentwickelte Form, *Pteranodon,* ein festes *Synsacrum,* welches dasjenige der Vögel noch an Ausbildung übertrifft, wie dies Eaton (1910, Taf. IX—XIII) in schönster Weise nachgewiesen hat. Hiermit ist das Maximum der Spezialisierung erreicht, und auf die Erlangung der Riesengröße folgt rasch das Absterben der ganzen sonderbaren Gruppe.

VI. Hinterextremität.

Fig. 48—57.

Dorygnathus.

Beim Wiener Exemplare sind folgende Teile der Hinterextremität erhalten: *Femur, Tibia* und *Fibula* von beiden Seiten; vom linken *Tarsus* ist anscheinend das *Tibiale (Astragalus)* auf die rechte Körperseite zu liegen gekommen und wird hier im oft genannten Haufwerke zum Teil vom rechten *Radius* verdeckt, während vom rechten *Tarsus* nur ein einziges, vielleicht der Distalreihe angehörendes Knöchelchen erhalten geblieben ist, welches unterhalb des Schwanzes in der Linie der *Tibia* liegt; die fünf *Metatarsen* der rechten Seite sind vorhanden und liegen unterhalb von Schwanz und *Tibia* beisammen, außerdem noch die zwei *Phalangen* der fünften Zehe; eventuell ist der eine oder andere, von Extremitätenknochen halb verdeckte Knochen der linken Seite als *Metatarsale* anzusprechen; ich habe besonders die beiden auswärts des vierten *Metacarpale* liegenden längeren Knochen als *Metatarsalia* aufgefaßt.

Das *Femur* ist ein starker, nur wenig gebogener Knochen mit kräftigem Gelenkkopfe; unterhalb des Trochanter verjüngt sich der Schaft etwas und verbreitert sich allmählich in distaler Richtung; hier besitzt die Gelenkfläche zwei kräftige Condylen, dazwischen eine Grube, in welche der Fortsatz der *Tibia* eingreift.

Die linke *Tibia* liegt mit der Breitseite nach oben; ihr Distalende ist von den ersten Wirbeln des Sacrum verdeckt und reicht bis zum rechten *Ilium.* Die *Fibula* ist, falls meine Auffassung richtig ist, in jenem schlanken Knochen zu sehen, welcher knapp unterhalb der *Tibia* liegt; sie würde dann die Schmalseite nach oben kehren. Die rechte *Tibia* liegt spitzwinkelig gegen das *Femur* ebenfalls auf der Schmalseite, die rechte *Fibula* knapp daneben. Die proximalen Gelenkköpfe beider *Tibiae* sind kräftig geformt, doch zeigt nur die linke ein wenig den Vorsprung für die *Humerus*-Gelenkung und daneben die Vertiefungen für die seitlichen Condylen. Auch von rechts ist das Distalende verdeckt, sodaß wir über seinen Zustand keine genaue Angabe machen können. Die *Fibula,* wie wir sie rechts beobachten können, ist ein schlanker, proximal im Gelenke abgeflachter und axial verbreiterter Knochen, welcher sich von außen an das *Femur*-Gelenk anlegte (vergl. *Campylognathus* bei Plieninger, 1894, p. 215,

[1] Würde ich wagen, auch das flachliegende *Praepubis* bei *Pteranodon* perspektivisch zu zeichnen, dann würde es noch schmaler erscheinen und die Analogie mit *Nyctodactylus* noch mehr hervortreten.

Fig. 6). Die *Fibula* hat eine Länge von mehr als der halben *Tibia*-Länge, und läuft spitz aus, doch glaube ich nicht, daß uns ihre Normallänge vorliegt, wie wir im Folgenden sehen werden. Vorläufig halten wir fest, daß beide Knochen, *Tibia* und *Fibula,* nicht verschmolzen sind.

Vom alten Banzer Materiale Theodoris wird auf Taf. II, Fig. 15 und 17 sowohl ein *Femur* wie *Tibia* und *Fibula* abgebildet. Beide Knochen sind erheblich größer als unser Exemplar; der Gelenkkopf deutlich abgesetzt, der Schenkelhals hingegen viel länger und der *Trochanter majus* breiter und plumper. Die *Tibia* liegt ebenfalls auf der Seite und rechts von ihr sieht die *Fibula* hervor, das Gelenk ist an jenes der *Tibia* angelegt, dann aber wölbt sich der Schaft bogig vor; distal legt er sich wieder fester an; man kann aber auch hier nicht beobachten, ob die *Fibula* gebrochen oder verschmolzen und wie ihre exakte Länge war.

Betreffs Gestalt des *Femur*-Gelenkes halten das Löwener und Berliner Exemplar ungefähr die Mitte zwischen unserem und dem Banzer Exemplare, sodaß man auf den Gedanken kommt, daß die besondere Größe des Schenkelhalses bei letzterem als Alterserscheinung aufzufassen sei. Hingegen zeigt das Berliner Exemplar sehr schön die Länge der *Fibula*, die gleich groß jener der *Tibia* ist; die *Fibula* ist mit ihr nicht verschmolzen, sie scheint aber distal kein besonders entwickeltes Gelenk mehr zu besitzen.

Der *Tarsus* des Wiener Exemplares ist nicht vollständig. Als *Tarsale* ist zu deuten ein größerer Knochen, randlich verdickt, zwischen den Rändern eine Grube; er liegt im Knochenhaufwerke knapp neben dem Distalende des rechten *Radius* und wäre eventuell als *Tibiale (Astragalus)* anzusehen. Ein zweites Tarsalelement liegt auf der rechten Seite in der Verlängerung der *Tibia* und unterhalb des Schwanzes. Wir können in diesem keilförmigen Stücke, das am Oberrande gerundet ist, ein *Fibiale (Calcaneus)* erblicken, oder eventuell ein Element der Distalreihe, etwa das *Cuboid.*

Das Banzer Exemplar (Taf. II, Fig. 16 *A*) zeigt vielleicht denselben Knochen; nur am Berliner Exemplare scheint der eine *Tarsus* besser erhalten zu sein; wir finden dort anscheinend denselben Knochen wie »unseren« *Astragalus* und darunter liegend einen Knochenstab, welcher eventuell aus drei zusammenliegenden Elementen der zweiten Reihe entstanden sein könnte.

Ähnlich unvollständig ist unsere Kenntnis des *Metatarsale* und der Zehen des Wiener Exemplares. Mit Sicherheit lassen sich nur jene des rechten Fußes erkennen, und zwar liegen fünf *Metatarsalia* in der Verlängerung der *Tibia.* Es sind 3·5 bis 3·8 *cm* lange, schlanke Knochen mit proximal verbreiterten, distal kugelig geformten Gelenksenden. Der eine ist proximal am stärksten (I); der längste ist nach Analogie zu schließen der III., knapp unter ihm liegt dann II und IV; am kürzesten ist das nur 1·2 *cm* messende V. *Metatarsale* mit sehr kräftigen proximalen sowie distalen Gelenksenden. Von den Zehen ist nur jene dieses V. Strahles erhalten; die Glieder liegen stumpfwinkelig gegeneinander, also ähnlich, wie es z. B. bei Plieninger's *Campylognathus* (1894, p. 217, Fig. 8) zu sehen ist, oder beim *Rhamphorhynchs Gemmingi*-Exemplare der Münchener Sammlung (H. v. Meyer, Palaeontographica Bd. VII., Taf. 12) und ich glaube nicht, daß hier Zweifel obwalten können.

Auch beim Löwener Exemplare scheinen von rechts die *Metatarsen* einzelner Zehenglieder und vielleicht ebenfalls der *Astragalus* erhalten zu sein; hier sind auch einzelne Klauen noch vorhanden, welche mangels der Zehen beim Wiener Exemplare fehlen, aber besonders schön am Berliner Exemplare zu sehen sind.

Entsprechend dem bisher festgehaltenen Vorgange bei Besprechung der einzelnen Körperabschnitte betrachten wir nun die

Ausbildung der Hinterextremität bei den Pterosauriern.

Längenverhältnis zwischen Ober- und Unterarm, Ober- und Unterschenkel, Arm und Bein sowie Tibia zu Metatarsus.

	Verhältnis von		Hu + UR	Fe + Tib.	Tibia zu Metarsus
	Hu : UR	Fe : Tib.			
Dimorphodon macronyx Buckl	1 : 1·1	1 : 1·4	16	18	.....
„ „ (bei Owen)	.....	1 : 1·5	.....	21	1 : 3·2
Campylognathus Zitteli Plien.	.....	1 : 1·3	.....	16·1	1 : 2·4
Dorygnathus banthensis (Wiener Exemplar)	1 : 1·8	1 : 1·3	16	11·5	.....
„ „ (Berliner Exemplar)	1 : 1·7	1 : 1·5	.....	.....	.....
„ „ (Banzer „)	1 : 1·4	1 : 1·2	18	12·5	.....
Rhamphorhynchus Kokeni Plien.	1 : 1·6	1 : 1·4	14·3	10·3	1 : 2·4
„ *Gemmingi* (Harlemer Exemplar)	1 : 1·6	1 : 1·4	10·6	8·5	1 : 1·8
„ „ (Heidelberger Exemplar)	1 : 1·8	1 : 1·6	9·3	6·7	1 : 2
Pterodactylus longicollum Meyer (bei Plieninger)	1 : 1·3	1 : 1·5	18	24·2	1 : 4·7
„ *rhamphastinus* Wagn.	.....	1 : 1·5	.....	16·5	.....
„ *Kochi* Wagl.	1 : 1·7	1 : 1·6	7·3	7·1	1 : 3·6
„ *suevicus Quenst.* (bei Plieninger)	1 : 1·3	1 : 1·6	14·7	19·3	1 : 4·8
Nyctodactylus gracilis Marsh	1 : 1·7	1 : 1·6	23·1	21·4	.....
Pteranodon ingens Marsh	1 : 1·4	1 : 1·3	58·4	152·2	1 : 3·4

a) Femur, Tibia, Fibula.

Wenn wir in erster Linie Arm und Bein miteinander vergleichen, dann finden wir, daß bei den *Rhamphorhynchen*, mit einziger Ausnahme des *Dimorphodon*, die Armlänge jene des Beines bald um mehr, bald um weniger übertrifft, daß aber bei den *Pterodactylen* dieses Verhältnis sich umkehrt und schließlich bei *Pteranodon ingens* das Bein fast die doppelte Länge der Armes erreicht (152 : 58), das heißt mit anderen Worten, die Länge des Flügels wird hier fast ausschließlich von Mittelhand und Flugfinger bestritten, während bei den *Rhamphorhynchen* auch der Unterarm, der in gleicher Weise wie bei den *Pterodactylen* den Oberarm an Länge übertrifft, Anteil an der Spannweite des Flügels hat. Im Beine selbst übertrifft der Unter- den Oberschenkel an Länge, doch schwankt (Femur = 1) die *Tibia*-Länge bei den *Rhamphorhynchen* von 1·2 (Banzer *Dorygnathus*-Exemplar) bis 1·6 (Heidelberger *Rhamphorhynchus Gemmingi*), während bei den *Pterodactylen* die Verhältniszahlen von 1·3 (*Pteranodon ingens*) bis 1·6 (*Pt. Kochi, suevicus* und *Nyctodactylus*) ansteigen. Im Ganzen liegen also die Verhältnisse bei beiden Gruppen so ziemlich gleich; wir müssen aber besonders hervorheben, daß beim jüngsten Flugsaurier das Bein im Vergleiche zum riesigen Flügel außerordentlich verkürzt ist, während es sich beim *Dorygnathus* von Banz nur um lose Knochen handelte, die gewiß nicht auf dieselbe Vergleichsstufe wie die ganzen Skelette von *Pteranodon* gestellt werden können.

Dies Resultat widerspricht also jener Angabe, die Plieninger (1907, p. 310) gemacht hat, daß bei den *Pterodactylen* die Beine länger und kräftiger waren wie bei den *Rhamphorhynchen*, weil sie in gewissem Sinne an Stelle des Schwanzes eine Steuerfunktion auszuüben hatten.

Das Vorhandensein einer *Fibula* ist oben betont worden, nur ändert sich das Längenverhältnis zur *Tibia* ganz erheblich bei den einzelnen Typen vom Lias bis in die Oberkreide. Beim ältesten Flieger *Dimorphodon* ist die *Fibula* verdeckt und überhaupt nicht zu sehen; bei der zweiten Liasform *Campylognathus* (Plieninger 1894, Fig. 6), hat sie fast noch die Länge der *Tibia* und einen wohlausgebildeten proximalen Gelenkkopf, scheint aber distal im Schwinden zu sein, trotzdem sie noch

eine distale, Gelenkkopf ähnliche, flache Verbeiterung besitzt. Oben haben wir auf die Entwicklung der *Tibia* beim Berliner und Banzer Exemplare von *Dorygnathus* hingewiesen, wo wir ähnliche Verhältnisse wie bei *Campylognathus* fanden. Nur beim Heidelberger *Rh. Gemmingi* (Fauna d. Vorw. Taf. IX, Fig. 1) ist eine *Fibula* in ähnlicher Länge und Gestalt zu finden, während sie bei *Rh. Kokeni* (Plieninger 1907, Taf. 16) schon sehr stark, fast bis auf ein Drittel der *Tibia*-Länge, reduziert ist. Bei den gleich alten *Pterodactylen: Pt. suevicus* Qu. (l. c., Taf. XVIII) und *Pt. rhamphastinus* Wagn. (1852, Taf. V) liegen die Verhältnisse ähnlich; bei den Kreideformen scheinen *Tibia* und *Fibula* schon verschmolzen zu sein, und zwar bei *Nyctodactylus* weniger, bei *Pteranodon* fast vollständig. Ich schließe dies daraus, weil wir weder bei Williston (1903, p. 151) noch bei Eaton (1910, p. 35) hierüber die mindeste Angabe finden, trotzdem die Abbildungen (Tat. 44 und 27) deutlich die fortgeschrittene Verschmelzung dieser beiden Knochen erkennen lassen. Sie kam derart zustande, daß die Gelenkenden in den Gelenkköpfen aufgegangen sind, diese vielleicht verstärkend, wie es am Proximalgelenke aussieht, während die Längenerstreckung des Schaftes noch kenntlich geblieben ist. Deshalb ist vielleicht auch der Schluß gestattet, daß bei den jurassischen Formen die *Fibula,* wenn auch nur in grätenähnlicher Form, noch größere Länge besessen hatte, als sie uns der Zufall der Einbettung überliefert hat.

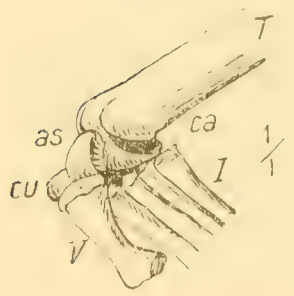
Ganz besonders sei hervorgehoben, daß nirgends eine *Patella* im Kniegelenke erhalten geblieben ist und also überhaupt gefehlt hat.

b) Tarsus.

Mit der Entwicklung des distalen Unterschenkelgelenkes hängt die Ausbildung des *Tarsus* innigst zusammen. Wenn außer der *Tibia* — wenngleich mehr weniger verändert — noch eine *Fibula* vorhanden war, dann mußte im Fußgelenke entweder ein gesonderter *Calcaneus* oder, falls die Elemente der Proximalreihe verwuchsen, in diesem Tarsalstücke der ersten Reihe eventuell eine kennbare Gelenkungsmöglichkeit für die *Fibula* noch vorhanden sein. Geschah dies aber nicht, dann konnte es im äußersten Falle zur Ausbildung eines *Tibiotarsus,* also einer verschieden weit gediehenen Verwachsung von Unterschenkel und proximaler *Tarsus*-Reihe, wie bei den Vögeln, kommen.

Plieninger bemerkte nur ganz allgemein (1907, p. 310), daß bei beiden Flugsauriergruppen beide Tarsalreihen teils erhalten geblieben sind, teils mit der *Tibia* verwuchsen, führte aber sowohl von *Campylognathus* als von einem *Rh. Gemmingi*-Exemplare der Münchener Sammlung an, daß *Fibula* und proximale *Tarsus*-Reihe zu einem vogelähnlichen *Tibiotarsus* verwachsen seien (1894, p. 216). Diese ältere präzise Angabe erscheint aber durch spätere Bemerkungen wesentlich eingeschränkt. Wenn wir darauf hin die *Pterosaurier* untersuchen, dann ergibt sich aus Text und Abbildung, daß sowohl zwei Reihen Tarsalknochen als nur eine allein entwickelt sein kann. Letzterer Fall kommt bei den Kreideformen vor, ersterer bei den jurassischen und findet sich sowohl bei *Rhamphorhynchen* wie bei *Pterodactylen.* Wir machen also die keineswegs überraschende Beobachtung, daß die Reduktion des Tarsalgelenkes mit der Fortbildung und Spezialisation der Flugsaurier in engstem Zusammenhange steht.

Fig. 48.



Linker *Tarsus* von *Dimorphodon macronyx;* Lias von Lyme Regis (nach Owen).

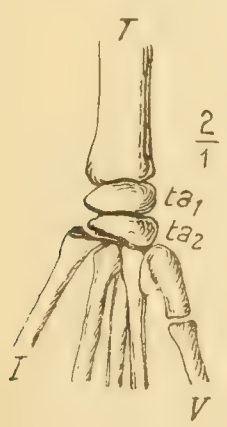
Bei *Dimorphodon* (Fig. 48) sehen wir in der Abbildung des Exemplares des Britischen Museums von Owen (Liass. Format., Taf. XVIII., p. 53) drei deutlich sichtbare *Tarsalia,* von denen zwei als proximale Elemente (*Tibiale* und *Fibiale*) aufzufassen sind, welche allerdings durch die Lage des Fußes etwas verschoben wurden; unter ihnen liegt ein kleiner Knochen, der als *Cuboid* zu deuten ist. Weitere 1—2 Stücke der Distalreihe fehlen. Auch vom rechten Fuße sind drei *Tarsalia* erhalten, während die Owen'sche Rekonstruktion vier *Tarsalia* zeigt (Taf. XX). Auf jeden Fall sind also zwei Reihen *Tarsalia* vorhanden und es liegt keine Verschmelzung der proximalen mit der *Tibia* vor. Bei der anderen Liasform *Campylognathus* (Plieninger 1894, p. 216, Taf. XIX) sind beide Fußgelenke gebrochen und liegen abgerückt vom Unterschenkel. Die Möglichkeit ist daher vorhanden, daß die

proximalen *Tarsalien* abgeschwemmt sind; allerdings wird eine undeutliche Verwachsungsnaht zwischen *Tibia—Fibula* und proximaler *Tarsus*-Reihe angegeben. Wenn sie unklar ist, könnte es sich hier ja auch nur um einen Sprung im *Tibia*-Knochen handeln; von der Distalreihe liegen zwei Stücke den *Metatarsen* an (l. c., Fig. 6).

Die dritte Liasform — *Dorygnathus* — hat in den verschiedenen, heute bekannt gewordenen Exemplaren, sicher Elemente der ersten *Tarsus*-Reihe erhalten, die wir beim Wiener, Berliner und Löwener Exemplare vorfinden. Vom alten Banzer Materiale wird (Taf. II, Fig. 16) durch Theodori ein »kleines freies Oberschenkelbein« abgebildet, das vollkommen wie ein *Metatarsus* I mit anhaftendem *Astragalus* aussieht. Bei all diesen Exemplaren kommen immer wieder dieselben, ähnlich geformten Knochen vor. Es ist ja auch naheliegend, daß die größeren proximalen *Tarsus*-Knöchelchen erhalten geblieben sind und die kleineren distalen verloren gingen oder tiefer in den Schlamm gedrückt, eventuell bei der Präparation übersehen worden sind.

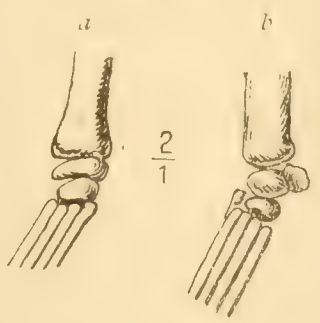
Unter den Tithonformen hat keine die Fußwurzel ganz klar erhalten. Von *Rh. Gemmingi* erwähnt Stromer (1913, p. 63), wenn ich ihn recht verstehe, daß zwei Reihen *Tarsalia* vorkommen, welche zu zwei Stücken verschmolzen sind. Das berühmte Beckenexemplar der Münchener Sammlung, Original Karl v. Zittels (1882, p. 115, Taf. XII) besitzt eine größere Anzahl wohl erhaltener *Tarsalien*, welche in zwei, z. T. sogar in drei Reihen übereinander stehen. Proximal liegt ein größerer Knochen *(Astralagus)*, distal ein gerundetes Stück oberhalb des IV. *Metatarsus (Cuboid)* und zwischen beiden ebenfalls ein größeres Stück *(Calcaneus?)*; neben dem *Cuboid* liegt noch mindestens ein kleineres Knöchelchen (Distale 1—3?). Die Verhältnisse dieses *Tarsus* sind jedenfalls unklar trotz der vorhandenen Details, was auch Zittel schon hervorgehoben hatte. Beim Exemplare, das H. v. Meyer (Palaeontographica, Bd. VII., Taf. XII) beschrieb, stimmt die Zeichnung mit dem Texte insoferne nicht ganz überein: letzterer erwähnt nur eine Tarsalreihe, während erstere am linken Fuße mindestens drei Knöchelchen

Fig. 49.



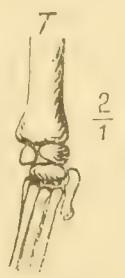
Linker *Tarsus* von *Rhamphorhynchus Meyeri*, Tithon von Pappenheim (nach Owen); $^2/_1$ der nat. Gr.

Fig. 50.



Tarsus von *Pterodactylus longirostris* Cuv. (nach H. v. Meyer); $^2/_1$ der nat. Gr.

Fig. 51.



Linker Tarsus von *Pterodactylus Kochi* Wagl. (nach H. v. Meyer); $^2/_1$ der nat. Gr.

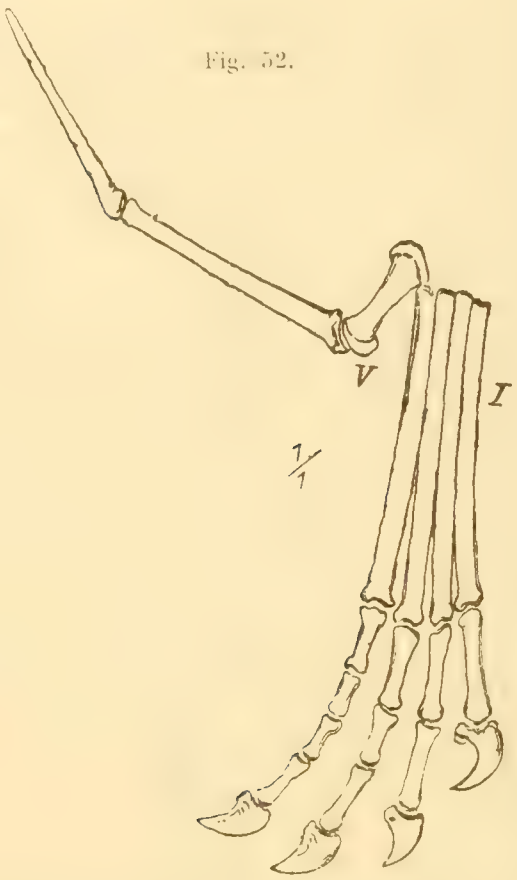
in zwei Reihen zeigt. Besser diesbezüglich scheint der *Rh. Meyeri* Owens des Britischen Museums erhalten zu sein (Liass. Format, Taf. XIX). Hier sehen wir beim linken Fuße (Fig. 49) ganz klar zwei größere *Tarsalia*, die übereinander liegen; das Proximale endet in eine, *Calcaneus* ähnliche Spitze für die Strecksehne und zwischen dem oberen *Tarsale* und den *Metatarsen* liegt ein größerer Knochen, welcher die distale *Tarsus*-Reihe verkörpert. Die Art der Zeichnung läßt darauf schließen, daß die Knochen nicht flach, sondern kräftig gewölbt waren. Im Distalknochen liegt die größte Dicke ober dem IV. *Metatarsus*, also dort wo sonst das *Cuboid* liegen würde, an dem auch der V. *Metatarsus* einlenkt. Leider gibt der Text keine Detailbeschreibung.

Bei den *Rhamphorhynchen* reduziert sich somit vom Lias bis ins Tithon die Zahl der *Tarsalia*, die getrennten Tarsalelemente einer Reihe synostosieren, die proximalen bleiben von den distalen gut getrennt und es kommt weder zur Ausbildung eines *Tibiotarsus* noch *Tarso-Metatarsus*.

Die *Pterodactylen* scheinen hingegen auf einer etwas tieferen Stufe betreffs der *Tarsalia* zu beginnen, wie sie die gleichaltrigen Langschwänze allmählich erreicht haben. Eine gleichartige Beobachtung konnten wir auch früher schon, das Becken betreffend, machen. Nur wenige Formen eignen sich durch ihren Erhaltungszustand zum Studium des *Tarsus*.

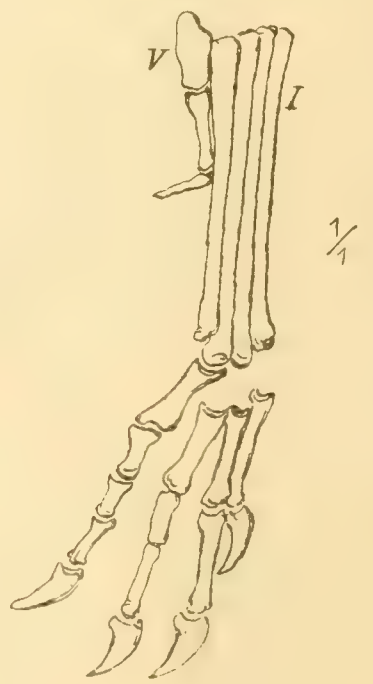
Die beiden Exemplare des *Pt. longirostris* (Fauna d. Vorw., p. 29, Taf. I, Fig. 2, Taf. II, Fig. 1) zeigen verschiedene Entwicklung: der erstere (Fig. 50 *a*) hat je ein klar sichtbares *Tarsale* in jeder Reihe, der letztere (Fig. 50 *b*) anscheinend vier; wenigstens gibt H. v. Meyer vier getrennte Knöchelchen an, Cuvier sogar fünf. Beim *Pt. Kochi* Wagl. beschrieb H. v. Meyer (l. c., p. 38, Taf. III, Fig. 2) zwei größere proximale *Tarsalia*, also *Astragalus* und *Calcaneus* getrennt, und zwei kleinere *Distalia*, an deren größerem der *Metatarsus* V einlenkt und somit die Lage des *Cuboids* einnimmt (Fig. 51). Alle anderen *Pterodactylen* zeigen nur zerfallene Fußwurzeln, bei denen wohl, die gleiche oder ähnliche Knochenform wiederkehrt, aus denen aber kein Schluß auf den Tarsusbau gezogen werden kann.

Fig. 52.



Rechter Fuß von *Dimorphodon macronyx* Buckld. aus dem englischen Unterlias (nach Owen); nat. Gr.

Fig. 53.



Ders. von *Campylognathus Zittelii* Plien. aus dem süddeutschen Oberlias (nach Plieninger); nat. Gr.

Mit großer Sicherheit können wir nur folgern, daß die Fußwurzel bei ihnen aus zwei größeren Stücken bestanden hat, einem Proximalen und Distalen. Die einzigen *Pterodactyliden*, bei denen einwandfrei nur eine *Tarsus*-Reihe beschrieben ist, sind *Nyctodactylus* und *Pteranodon* aus der Oberkreide. Leider gestattete auch im riesigen Materiale, das Williston und Eaton zur Verfügung stand, der Erhaltungszustand des *Tarsus* keine Originalabbildung und wir müssen mit schematisierten Skizzen das Auslangen finden, die uns Williston (1896, p. 49) und Eaton (1910, Taf. 16, Fig. 1) gegeben haben. Von der *Tibia* wird die *Tarsus*-Reihe aufgenommen und geht im Rollgelenke als »pulley like mass« auf; sie bildet also einen ausgesprochenen *Tibiotarsus*. Die Distalreihe besteht aus zwei vertieften Knochenplatten, die nebeneinander liegen und an denen *Tibiotarsus* und *Metatarsus* artikulieren.

c) Metatarsus und Fuß.

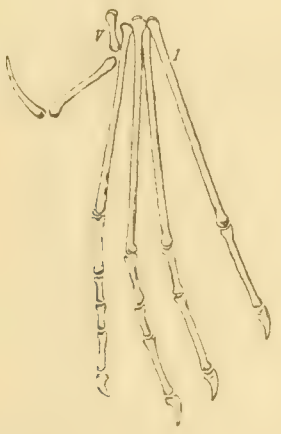
Aus der obigen Tabelle (p. 65) ergibt sich, daß die *Metatarsen* im Vergleiche zur *Tibia* eine recht wechselnde Länge besitzen, daß aber im Allgemeinen bei den *Rhamphorhynchen* sich *Tibia* zu *Metatarsus* wie 2 : 1 verhält und nur bei dem langbeinigen *Dimorphodon* dies Verhältnis auf 3·2 : 1

ansteigt. Bei den *Pterodactylen* hingegen, die sich alle durch eine relativ große Länge des Unterschenkels auszeichnen, finden wir die Verhältniszahlen von 3·4 : 1 bis 4·8 : 1. Nicht die *Metatarsen* verkürzen, sondern die *Tibia* verlängert sich.

Unter ersteren ist der V. Zehenstrahl im Vergleiche zu I—IV auffallend verändert, weil sein *Metatarsus* verkürzt, zum Teil auch abweichend gestaltet und die Zehe klauenlos geworden ist. Wie es Owen schon ausgesprochen, hatte diese besonders adaptierte Zehe die Funktion einer Spannung der Flughaut bei den langschwänzigen *Rhamphorhynchen* zu erfüllen, bildete daher ein Analogon zum Spannknochen am Handgelenke und gestattete infolge seiner Gliederung eine beschränkte Faltung der Flughaut. Die Zehen I—IV waren frei und klauentragend, im Gegensatz zum klauenlosen V, und waren nur für sehr geringe Lokomotion auf festem Grunde und, vermöge der Klauen, zum Anhaken an Felsen, Bäumen oder freistehenden Objekten geeignet. Es ist interessant, die Veränderung des V. Zehenstrahles bei *Rhamphorhynchen* und *Pterodactylen* zu verfolgen.

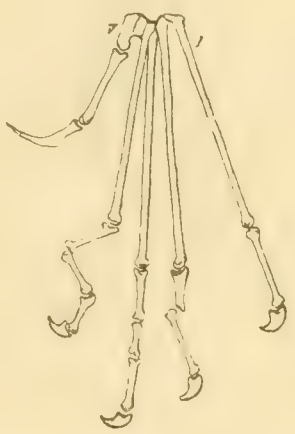
Bei Ersteren finden wir im unteren Lias bei *Dimorphodon* (Fig. 52) einen stark verkürzten *Metatarsus* mit breiten Gelenkenden, verlängerter 1. und etwas kürzerer, klauenloser 2. Phalange. Im oberen Lias ist, bei *Campylognathus* wenigstens (Fig. 53), die Bewegungsmöglichkeit des *Metatarsus*

Fig. 54.



Rechter Fuß von *Rhamphorhynchus Gemmingi* H. v. M., süddeutsches Tithon (nach H. v. Meyer); nat. Gr.

Fig. 55.



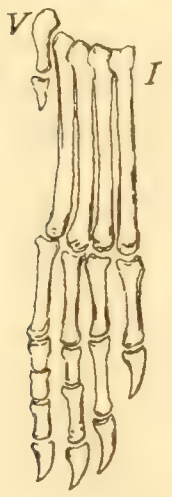
Ders. von *Rhamphorhynchus Meyeri* Owen, ebendaher (nach Owen); nat. Gr.

eingeschränkt und die Phalangen sind merklich kürzer; im oberen Jura verkürzt sich der *Metatarsus* weiter, hat bald eine normale, bald eine verbreiterte Form (Fig. 54, 55), aber die Phalangenglieder sind auffallend lang. Bei den *Pterodactylen* hingegen ist der *Metatarsus* V ähnlich verkürzt, wie wir es von den *Rhamphorhynchen* kennen und besitzt im Oberjura nur mehr eine Phalange (Fig. 56), z. B. *Pterodactylus Kochi,* während in der Oberkreide auch sie verloren gegangen ist, sodaß nur mehr 1 distal verjüngter *Metatarsen*-Stummel übrig geblieben ist, z. B. *Pteranodon* (Fig. 57). Man sieht also deutlich die Tendenz einer Reduktion des V. Strahles. Etwas Ähnliches finden wir bei den anderen Strahlen in der Folge vom Lias bis in die Oberkreide. Die Zehenformel bleibt zwar überall gleich 2, 3, 4, 5. auch die Zehenlänge ändert nur wenig insoferne ab, als im Lias die III. und IV. Zehe ziemlich gleich lang sind, später dagegen die III. zur längsten wird. Aber wir bemerken, daß schon bei *Campylognathus* in III das 2. und 3. Zehenglied eine Art von Verkürzung und Verschmelzung verraten (Fig. 53), die bei *Rh. Gemmingi* kaum sichtbar ist (Fig. 54), doch ist das 2. Glied stark verkürzt. Bei *Rh. Meyeri* (Fig. 55) ist bei III dasselbe der Fall und außerdem scheinen sich einzelne Glieder des IV. Strahles stärker aneinander zu schließen, was man besonders an der Lagerung sieht. Bei *Pt. Kochi* (Fig. 56) ist ebenfalls der III. und besonders der IV. Strahl durch die kurzen 2., 3. und 4. Phalangenglieder kenntlich; bei *Pteranodon* (Fig. 57) ist die Verkürzung des 2. Gliedes von III besonders weit vorgeschritten, ebenso die des 2. und 3. Gliedes von IV.

Wir sehen also eine Verkürzung von nicht weniger als drei Zehenstrahlen einen verschieden starken Effekt erreichen, höchstwahrscheinlich weil die Flugfähigkeit, oder besser die »Segelfähigkeit« größer wird, hingegen an den Fuß als Lokomotionsorgan immer kleinere Anforderungen gestellt werden.

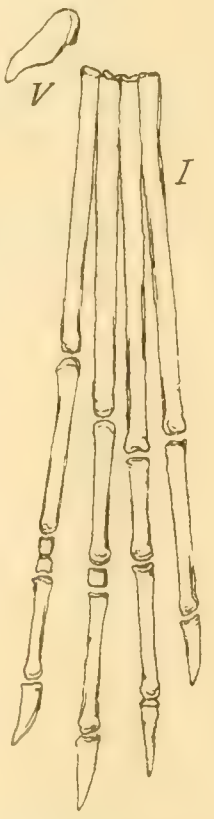
Bei den langschwänzigen *Rhamphorhynchen* hatte natürlich der Schwanz die Funktion der Steuerung auszuüben, weshalb ein Hautsaum zwischen ihm und der Hinterextremität anzunehmen ist, sodaß die ganze Fläche vom Schwanz über die Hinterextremität zur Flugfingerspitze und vom

Fig. 56.



Rechter Fuß von *Pterodactylus Kochi* Wagl. süddeutsches Tithon (nach K. v. Zittel); $^2/_1$ der nat. Gr.

Fig. 57.



Ders. von *Pteranodon,* amerikanisches Turon (nach Eaton); nat. Gr.

Handgelenk zum Halse eine Flughaut trug. Freilich, wie weit sie hier und am Schwanze entwickelt war, wissen wir noch nicht. Bei den kurzschwänzigen *Pterodactylen* hingegen trat an Stelle des Schwanzes die ganze Hinterextremität als Steuer in Funktion, wie Plieninger schon ausgesprochen (1907, p. 210) und Abel in einem leider mangelhaft reproduzierten Habitusbild (1916, Fig. 4) dargestellt hatte. Natürlich mußte sich bei ihnen der Hautsaum zwischen den Hinterextremitäten noch weiter verringern, um das Schließen derselben zu ermöglichen.

Verzeichnis

der im Texte nur mit Jahreszahlen zitierten Arbeiten.

1911 Abel O: Die Vorfahren der Vögel; Verhandl. Zool.-Bot. Ges., Bd. 61, p. 193, Wien.

1912 — Grundzüge der Palaeobiologie der Wirbeltiere, Stuttgart.

1916 — Die Lösung des Flugproblems bei den Tieren der Vorzeit; Urania. Wochenschrift, Bd. IX, p. 309—312, Wien.

1884 Ammon L. v.: Über das in der Sammlung des Regensburger naturwissenschaftlichen Vereines aufbewahrte Skelett einer langschwänzigen Flugeidechse *(Rhamphorhynchus longicaudatus);* Correspondenzblatt des Naturw. Ver. Regensburg, 38. Jahrg., p. 129 (2 Tafeln).

1909 — Über ein schönes Flughautexemplar von *Rhamphorhynchus;* Geogn. Jahresh. München, Bd. 21, p. 226.

1886 Bassani F.: Sui fossili et sull'età degli schisti bithuminosi triasici di Besano in Lombardia; Atti Soc. ital. Sc. nat. Vol. 29, p. 15.

1915 Boas J. E.: Die Schläfenüberdachung und das Palatoquadratum in ihrem Verhältnis zum übrigen Schädel bei den Dipnoern und den terrestren Wirbeltieren; Gegenbauers Morph. Jahrb., Bd. 49, p. 229, Leipzig.

1908 Branca W: Fossile Flugtiere und Erwerb des Flugvermögens; Abhdl. Kgl. Preuss. Akad. d. Wiss., phys. math. Kl., p. 1—49.

1912 Broili F.: Über *Pterodactylus micronyx* H. v. Meyer; Zeitschr. Deutsche Geol. Ges. Bd. 46, Abhdl. p. 492 (1 Tafel).

1890 Bronn H. G. Klassen und Ordnungen des Tierreiches, fortges. von C. K. Hoffmann; Bd. 6, Abt. 3 (Reptilien), Leipzig.

1913 Broom, R.: On the South African Pseudosuchian *Euparkeria* and allied Genera; Proceed. London Zool. Soc., p. 619, T. 75—79.

1886 Brühl C. B.: Zootomie aller Wirbeltierklassen, Liefg. 37, 38 (Hatteria), Wien.

1829 Buckland W.: On the discovery of an new species of Pterodactyle in the Lias at Lyme Regis; Transact. Geol. Soc. London, Vol. III, 2. Ser., p. 217, T. 27.

1881 Credner H.: Die Stegocephalen aus dem Rothliegenden des Plauen'schen Grundes bei Dresden (9 Teile); Zeitschrift Deutsch. Geol. Ges., Bd. 33—42 (1881—1890).

1901 Döderlein L.: Über die Erwerbung des Flugvermögens bei Wirbeltieren; Zool. Jahrb. Abt. f. Systematik, Bd. 14, p. 49.

1910 Eaton G. E.: Osteology of *Pteranodon*; Memoirs Connecticut Acad. Arts and Sc. Vol. II (31 Tafeln), New Haven.

1855 Fraas O.: Beitrag zum obersten weißen Jura in Schwaben; Württemberg. Jahrh., Bd. 11, p. 77 (1 Tafel).

1878 — Über *Pterodactylus suevicus* von Nusplingen; Palaeontogr., Bd. 25.

1900 Fürbringer Max: Zur vergleichenden Anatomie des Brustschulterapparates und der Schultermuskeln; Jena, Zeitschr. f. Naturwiss., N. F., Bd. XXVII, p. 215.

? 1896 Gaupp E.: Beiträge zur Morphologie des Schädels, III. Zur vergleichenden Anatomie der Schläfengegend am knöchernen Wirbeltierschädel; Schwalbes »Morphol. Arbeiten«, Bd. IV, Heft 1.

1898 Gegenbauer C.: Vergleichende Anatomie der Wirbeltiere (2 Bde.), Leipzig (Engelmann).

1906 Gilmore Ch. W.: Skeleton of *Rhamphorhynchus Gemmingi* H. v. M. (2 Tafeln), Proceed. U. St. Nation. Mus., Vol. 30, p. 607.

1831 Goldfuß A.: Beiträge zur Kenntnis der Reptilien der Vorwelt; 1. Reptilien aus dem lithographischen Schiefer; Nova Acta, Phys. Med. Acad. Caesar. Leop. Carol., Bd. XV, Abt. 1, p. 62, Taf. VII—X.

1867 Günther A.: Anatomy of Hatteria (*Rhynchocephalus* Owen); Philos. Transact., Part. II, London.

1916 Heilmann G.: Unser gegenwärtiges Wissen über die Abstammung der Vögel (dänisch); Sep. aus Zeitschr. dän. ornithol. Ges. Kopenhagen.

1911 Harlé E. et A.: Le vol des grands Reptiles et Insectes disparus semble indiquer une pression athmosphèrique plus elevée; Bullet Soc. Géol. de France, IV. Ser., Taf. XI, p. 118.

1900 Howes G. B. and Swinnerton H. H.: On the development of the skeleton of the Tuatara, *Sphenodon punctatus,* with remarks on the egg, on the hatshing and on the hatshed young. Transact. London Zool. Soc., Vol. XVI, p. 1.

1906 Huene F. v.: Über die Dinosaurier der außereuropäischen Trias: Palaeont. Abhdl. N. F., Bd. XII, Heft 2.

1910 — 1. Ein ganzes *Tylosaurus*-Skelett, 2. Ein primitiver Dinosaurier aus Elgin, 3. Neubeschreibung von *Dasyceps Bucklandi;* ibid. N. F., Bd. XII, Heft 6.

1911 — 1. Über *Erythrosuchus,* Vertreter der neuen Reptilordnung Pelycosima, 2. Beitrag zur Kenntnis und Beschreibung der Parasuchier; ibid. Bd. 10, Heft 1.

1914 — 1. Beiträge zur Geschichte der Archosaurier, 2. Beiträge zur Kenntnis des Schädels einiger Pterosaurier, 3. Nachträge zu meinen früheren Beschreibungen triadischer Saurischier; ibid. Bd. XIII, Heft 1.

1859 Huxley Th.: On *Rhamphorhynchus Bucklandi,* a Pterosaurian of the Stonesfield Slates; Quart. Journ. London, Geol. Soc., Vol. XV, p. 658, Taf. 24.

1873 — Handbuch der Anatomie der Wirbeltiere (deutsche Ausgabe), Breslau 1873.

1913 Hooley R. W.: On the skeleton of *Ornithodesmus latidens* from the Wealden of Atherfield (Isle of Wight); Quart. Journ. London, Geol. Soc., Vol. 69, p. 373.

1914 — On the ornithosaurian genus *Ornithocheirus,* with a review of the specimens of the Cambridge Greensand in the Sedgwick Museum; Annals and Magazin of Nat. Hist., London, Ser. 8, Vol. XIII, p. 529.

1915 Jaekel O.: Die Flügelbildung der Flugsaurier und Vögel; Anatom. Anzeiger, Bd. 48, p. 1.

1912 Kremmling W.: Beitrag zur Kenntnis von *Rhamphorhynchus Gemmingi* H. v. M. (Halle'sches Exemplar); Nova Acta der K. Leop. Carol. Akad. Deutsch. Naturf., Bd. 96, p. 349, Halle.

1913 Lebedinsky H. G.: Beiträge zur Morphologie und Entwicklungsgeschichte des Vogelbeckens; Jena, Zeitschr. f. Naturw., N. F., Bd. 43, p. 647 (4 Tafeln).

1902 Lucas F. A.: The greatest flying creature, the great Pterodactyl *Ornithostoma;* Ann. Rep. Smithson. Inst. for 1901, p. 654, Washington.

1882 Marsh O. C.: The wings of *Pterodactylus;* Americ. Journ. of Science, Vol. 23, p. 251 (1 Tafel).

1830 Münster Graf zu: Bemerkungen über das Vorkommen von *Pterodactylus;* Leonhardt und Bronns Jahrb. f. Mineral. etc., Bd. 1, p. 442.

1831 — Über eine neue Art der Gattung *Pterodactylus* Cuv. (*Ornithocephalus* Sömm.); Nova Acta Phys. Medic. Acad. Caes. Leopold. Carol., Bd. XV, Abt. 1, p. 49, Taf. 6.

1831 Meyer H. v.: *Pterodactylus macronyx.* Buckl. aus dem Lias von Banz; ibid., Abt. 2, p. 198, Taf. 60, Fig. 8—14.

1851 — *Rhamphorhynchus Gemmingi* aus dem Kalkschiefer von Solenhofen: Palaeontogr., Bd. 1, Taf. 5.

1860 Meyer H. v.: *Rhamphorhynchus Gemmingi* aus dem lithographischen Schiefer von Bayern; ibid., Bd. VII, p. 79, Taf. 12.

1860 — Fauna der Vorwelt; Reptilien aus dem lithographischen Schiefer des Jura in Deutschland und Frankreich, Frankfurt a. M.

1861 — *Pterodactylus spectabilis* aus dem lithographischen Schiefer von Eichstätt; Pelaeontogr., Bd. X, p. 1, Taf. 1.

1862 — *Pterodactylus micronyx* aus dem lithographischen Schiefer von Solenhofen; ibid., p. 471, Taf. 8.

1888 Newton E. T.: On the skull, brain and organisation of a new species of Pterosaurian *Scaphognathus Purdoni;* Philos. Transact. London Royal Soc. B., Vol. 179, p. 503.

1907 Nopcsa F., Baron: Ideas on the origin of flight, Proceed. London, Zoolog. Soc., p. 223.

1916 — Zur Körpertemperatur der Dinosaurier; Zentralblatt f. Mineral. etc., p. 418.

1917 — Über Dinosaurier, 3. Die Pubes der Orthopoden; ibid., p. 348.

1856 Oppel A.: Die Juraformation Englands, Frankreichs und Deutschlands; Jahresh. Ver. f. vaterl. Naturkd. Württembergs, Bd. XII, p. 326.

1858 — Geognostische Verbreitung der *Pterodactylen* und über einen Unterkiefer von *Pterodactylus banthensis* Theod. aus dem Posidonienschiefer von Boll; ibid., Bd. XIV, p. 55.

1898 Osawa G.: Beiträge zur Anatomie der *Hatteria punctata;* Archiv für mikrosk. Anatomie und Entwicklg. Gesch., Bd. 51, p. 481.

1851—70 Owen R.: Monograph of the fossil Reptilia of the Liassic formations, Part III, p. 41, Taf. 17—20. Cretaceous formations, Part. I, p. 80, Taf. 27—32; Supplem. No. 1, p. 1 Taf. 1—4.

1895: Plieninger F.: *Campylognathus Zitteli,* ein neuer Flugsaurier aus dem obersten Lias Schwabens; Palaeontogr., Bd. 41, p. 193.

1901 — Beiträge zur Kenntnis der Flugsaurier; ibid., Bd. 48, p. 65.

1906 — Notizen über Flugsaurier aus dem Lias Schwabens; Centralblatt f. Min. etc., p. 290.

1907 — Die Pterosaurier der Juraformation Schwabens; Palaeontogr., Bd. 53, p. 209 (6 Tafeln).

1855 Quenstedt F. A.: *Pterodactylus suevicus* im lithographischen Schiefer Württembergs (Universitätsprogramm).

1858 — Über *Pterodactylus liasicus* Qu.; Jahresh. Verf. f. Vaterl. Naturkunde Württembergs, Bd. XIV, p. 299.

1870 Seeley H. G.: Remarks on Prof. Owens Monograph on *Dimorphodon;* Annals and Magazin of Nat. Hist. Vol. IV, Ser. IV, p. 129—152, London.

1870 — *Ornithosauria,* an elementary Study of the bones of Pterodactyles; London (Deighton, Bell & Co.).

1880 — On *Rhamphocephalus Prestwichi* Seeley, an Ornithosaurian from the Stonesfield Slates of Kineton; Quart. Journ. London Geol. Soc., Vol. 36, p. 27.

1891 — The Ornithosaurian Pelvis; Annals and Magazin, Nat. hist., Vol. 7, Ser. VI, p. 237—25 London.

1891 — On the shoulder-girdle in cretaceous Ornithosauria; ibid., Vol. 7, Ser. 6, p. 438, London.

1901 — Dragons of the Air, on account of extinct flying Reptiles; London (Methuen & Co.).

1893 Siebenrock F.: Zur Osteologie des *Hatteria*-Kopfes; Sitzber. K. Akad. d. Wissensch., Math. Nat. Kl., Bd. 102, Abt. 1.

1910 Stromer v. Reichenbach E.: Bemerkungen zur Rekonstruktion eines Flugsaurier-Skelettes; Zeitschr. deutsch. Geol. Gesellsch. (Monatsberichte).

1913 — Rekonstruktion des Flugsauriers *Rhamphorhynchus Gemmingi* H. v. M.; Neues Jahrb. f. Min. etc., Bd. II, p. 49.

1830 Theodori K.: Knochen vom *Pterodactylus* aus der Liasformation von Banz; L. F. v. Frorieps Notizen für Natur und Heilkunde, Bd. 19, Nr. 623, p. 101.

1831 Theodori K.: Über die Knochen vom Genus *Pterodactylus* aus der Liasformation der Gegend von Banz; Okens »Isis« 276.

1852 Über die Pterodactylusknochen im Lias von Banz; Über d. Bestehen u. Wirken d. Naturf. Ver. zu Bamberg, 1. Bericht, p. 17—44 (2 Tafeln).

1837 Wagner A.: Beschreibung eines neuentdeckten *Ornithocephalus* nebst allgemeinen Bemerkungen über die Organisation dieser Gattung; Abhdl. K. Bayr. Akad. d. Wiss. math. phys. Kl., Bd. II, p. 165.

1852 — Beschreibung einer neuen Art von *Ornithocephalus (Pt. rhamphastinus* Wagn.) nebst kritischer Vergleichung der in der k. palaeontologischen Sammlung zu München aufgestellten Arten aus dieser Gattung; ibid., Bd. VI, p. 127 (2 Tafeln).

1852 — Neu aufgefundene Saurierüberreste aus dem lithographischen Schiefer und dem oberen Jurakalke; ibid., Bd. VI, p. 683 (Taf. 19).

1860 — Neue Beiträge zur Kenntnis der urweltlichen Fauna des lithographischen Schiefers, 1. Abt.; ibid., Bd. VIII, p. 439, Taf. 15—17.

1908 Wanderer K.: *Rhamphorhynchus Gemmingi* H. v. M., Exemplar mit teilweise erhaltener Flughaut (Dresdener Exemplar); Palaeontogr., Bd. 55, p. 195, Taf. 21.

1897 Williston S. W.: Restoration of *Ornithostoma (Pteranodon)*; Kansas Univers. Quart. Vol. VI. p. 35 (1 Tafel).

1901 — On the skull of *Nyctodactylus*, with Restoration; Americ. Journ. of Anatomy, Voe. I, p. 297.

1901 — On the skull of *Nyctodactylus*, an upper cretaceous Pterodactylus (Fortsetzung der früheren Arbeit); Journ. of Geol. Bd. I, p. 521 (2 Tafeln).

1903 — On the osteology of *Nyctosaurus (Nyctodactylus)* with notes on american Pterosaurs; Field Columbian Mus. Public. 78, Geol. Ser., Vol. II, No. 3 (5 Tafeln).

1904 — The fingers of *Pterodactyls;* Geol. Magaz. New. Ser. Dekade V., Vol. 1, p. 59.

1911 — The wing fingers of *Pterodactyls* with Restoration of *Nyctosaurus;* Journ. of Geology Vol. XIX, p. 696, Chicago.

1873 Winkler T. C.: Le *Pterodactylus Kochi* Wagn. du Musée Teyler (p. 377, Taf. 8) (von K. v. Zittel mit *Pt. elegans* vereinigt). Archives du Musée Teyler, Vol. III, 1874, Harlem.

1874 — Description d'un nouvel exemplaire de *Pterodactylus micronyx* du Musée Teyler ibid. (p. 84 Taf. III)

1902 Smith-Woodward A.: On two skulls of Ornithosaurian *Rhamphorhynchus;* Annals and Magazin Nat. hist. Ser. VII, Vol. IX, p. 1 (1 Tafel).

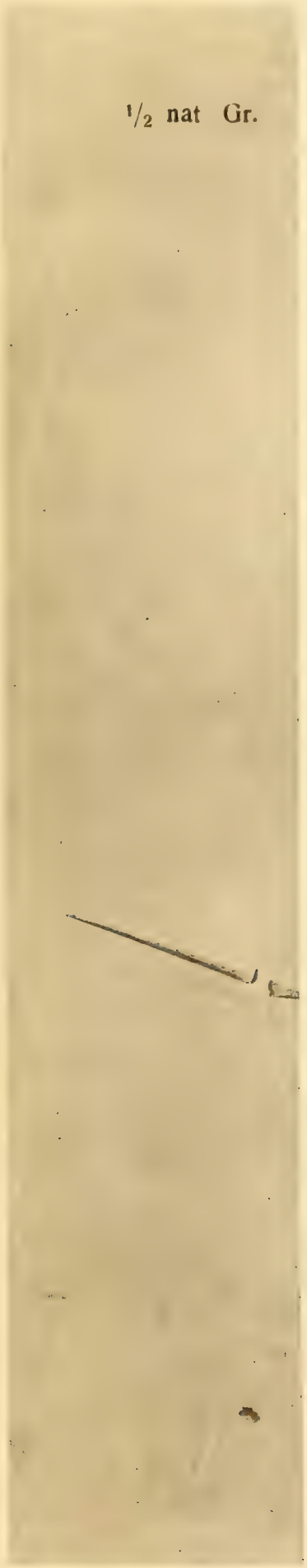
1882 Zittel K. v.: Über Flugsaurier, Palaeontogr., Bd. XXIX, p. 47, Taf. 10—13.

Tafel I.

Tafel I.

Dorygnathus banthensis Theod. sp. aus dem oberliassischen Posidonien Schiefer von Holzmaden u./T. Württemberg; $^1/_2$ **der nat. Gr.**[1] Das Original befindet sich im Naturhistorischen (Hof-) Museum in Wien. Präparation von Herrn B. Hauff, Holzmaden.

[1] Entgegen sonstiger Gepflogenheit wurde die Tafelgröße auf die Hälfte reduziert, um die Tafel nicht zweimal falten zu müssen.


1/2 nat Gr.

1/2 nat Gr.

Tafel II.

Tafel II.

Dorygnathus banthensis Theod. sp. aus dem oberliassischen Posidonien Schiefer von Holzmaden u. T. Wurttemberg: nat. Gr. (?) Kopie einer Photographie aus dem Besitze des Naturhistorischen (Hof-) Museums in Wien mit der Angabe: Original in der Universität Löwen.

G

NEUE TROPITOIDEA AUS DEN HALLSTÄTTER KALKEN DES SALZKAMMERGUTES.

VON

DR. C. DIENER

W. M. A. W.

MIT 20 TEXTFIGUREN UND 9 TAFELN.

VORGELEGT IN DER SITZUNG AM 16. OKTOBER 1919.

An die im 96. Bande dieser Denkschriften veröffentlichten Beschreibungen der *Nautiloidea* und *Ammonoidea leiostraca* schließt sich nunmehr jene der *Ammonoidea trachyostraca macrodoma* oder *Tropitoidea* an, die nach der Einteilung von E. v. Mojsisovics in die fünf Familien der *Haloritidae, Tropitidae, Sibiritidae, Celtitidae* und *Didymitidae* zerfallen. Den Grundstock bildet auch diesmal wieder das prächtige Material aus den Sammlungen der Herren Dr. Heinrich und Dr. Kittl, doch konnten auch einige gute Stücke zur Bearbeitung herangezogen werden, die das Palaeontologische Institut der Universität Wien durch Intervention des Professors G. v. Arthaber im Jahre 1906 von dem bekannten Sammler Rastl in Steg käuflich erworben hatte.

Fam. **Haloritidae** Mojs.

Gen. **Halorites** Mojs.

Subgen. **Homerites** Mojs.

Homerites semiglobosus v. Hauer.

1855 *Ammonites semiglobosus* v. Hauer, Beitr. z. Kenntn. d. Cephalopodenfauna d. Hallst. Schichten, Denkschr. Akad. Wiss. Wien, IX, p. 155, Taf. IV, Fig. 10—13.

1860 *Ammonites semiglobosus* v. Hauer, Nachträge z. Cephalopodenfauna d. Hallst.. Schichten, Sitzgsber. Akad. Wiss. Wien, XLI, p. 145, Taf. IV, Fig. 8—10.

1893 *Halorites (Homerites) semiglobosus* v. Mojsisovics, Cephalopoden d. Hallst. Kalke, Abhandl. Geol. Reichsanst. Wien VI/2, p. 57, Taf. LXXXIX, Fig. 1—6.

1905 *Halorites (Homerites) semiglobosus* Hyatt et Smith, Triassic Cephal. genera of America, U. S. Geol. Surv. Prof. Pap. Nr. 40, p. 43, Pl. XXVII, Fig. 19—24.

In den Variationskreis dieser Art fällt ein Exemplar aus der coll. Heinrich aus den *Subbullatus*-Schichten des Feuerkogels, während F. v. Hauer und E. v. Mojsisovics dieselbe nur aus den gleichalterigen Bildungen des Vorder-Sandling kannten. Unser Exemplar unterscheidet sich von den mir sonst vorliegenden Stücken nur durch die etwas feinere und dichtere Berippung am Ende der Schlußwindung.

Homerites Heinrichii nov. sp.

Taf. I, Fig. 2.

Eine neue interessante Art dieses formenarmen Subgenus wird durch ein vollständiges, mit seinem Peristom versehenes Exemplar aus den *Subbullatus*-Schichten des Feuerkogels vertreten.

In ihren Dimensionen dem *Homerites semiglobosus* Hau. nahestehend, unterscheidet sich unsere Spezies von diesem vor allem durch die auffallende Form der Mündung. Im Bereich der letzteren schnürt sich die Schlußwindung aus. Der frei vorspringende Mündungsrand zieht in schräger Richtung vom Umbilikalrand gegen den Externteil, der einen schirmförmig verbreiterten, vorne abgerundeten Lappen bildet. Der Mündungsrand springt noch stärker vor, als bei den in dieser Hinsicht auffallendsten Vertretern der *Lobites moniles (Coroceras* Hyatt), z. B. *C. rhinoceros* Mojs. Da die ganze Fläche auf der Unterseite der Schlußwindung vom Externteil am Beginn der letzteren bis zum Ende des Mündungslappens dem Peristom angehört, müssen dessen Dimensionen jene des Windungsquerschnittes im letzten Quadranten um mehr als das doppelte übertroffen haben.

Es erscheint wohl ausgeschlossen, daß eine solche Mündung bei weiter fortschreitendem Wachstum nochmals resorbiert und das Gehäuse in die normale Spirale zurückgeleitet wurde. Man darf daher in Übereinstimmung mit Pompeckj, v. Mojsisovics und anderen Forschern der Ansicht beipflichten, daß Individuen mit so anormaler Wohnkammer wie das vorliegende vollkommen ausgewachsen waren und Zwergformen geblieben sind.

In ihrer Skulptur weicht unsere neue Art von *H. semiglobosus* insofern ab, als die Zahl der gespaltenen Rippen jene der einfachen übertrifft. Die meisten Rippen gabeln sich in der Mitte der Seitenteile oder es schieben sich Schaltrippen ein. Die Zahl der Randdornen, die sich erst im zweiten Quadranten der Schlußwindung einzustellen beginnen, ist geringer als jene der Rippen. Meist verbindet ein Randdorn zwei Rippen. Die Dornen selbst sind an unserem Exemplar nirgends erhalten, sondern stets mit einer glatten Fläche abgebrochen. Vermutlich waren sie hohl. Ob sie im ganzen Bereich des Peristoms fehlen, läßt sich nicht feststellen, doch kann ihre Abwesenheit auf dem vorgezogenen Mündungslappen mit Sicherheit konstatiert werden.

Wie bei *H. semiglobosus* verläuft entlang der zwischen den Randdornen eingesenkten Medianzone des Externteils ein zickzackförmig gebogener, zarter, gerundeter Kiel, der im Bereich des letzten Windungsquadranten an Deutlichkeit abnimmt und im Bereich des Peristoms verschwindet.

Dimensionen.[1] $D = 19$, $A = 5$, $L = 6{\cdot}5$ (beide Dimensionen am Beginn des Peristoms gemessen), A (am Peristom) $= 9$, L (dto.) $= 7$, $U = 2{\cdot}5$.

Loben. Nicht bekannt.

Vorkommen. Zahl der untersuchten Exemplare. Feuerkogel *Subbullatus*-Schichten 1, coll. Heinrich.

Subgen. **Jovites** v. Mojsisovics.

Jovites bosnensis v. Mojsisovics.

1878 *Tropites dacus* (v. Mojsisovics) Herbich, Szeklerland, Mitt. aus d. Jahrb. d. Ungar. Geol. Anst. p. 85, Taf. XX, Fig. 2.

1893 *Halorites (Jovites) bosnensis* v. Mojsisovics, Ceph, d. Hallst. Kalke, Abhandl. Geol. Reichsanst. VI 2, p. 52, Taf. LXXXIII, Fig. 2, 3.

E. v. Mojsisovics kannte diese Art vom Feuerkogel nur aus den *Ellipticus*-Schichten. Aus der coll. Heinrich liegt mir ein unvollständiges, aber für eine sichere Bestimmung ausreichend erhaltenes Exemplar aus den *Subbullatus*-Schichten vor.

[1] D bedeutet Durchmesser, A Windungshöhe, L Windungsdicke, U Nabelweite in Millimetern.

Jovites bosnensis var. bajuvarica v. Mojsisovics.

1893 *Halorites (Jovites) bosnensis var. bajuvarica* v. Mojsisovics, Cephal. d. Hallst. Kalke, l. c., p. 53, Taf. CXCVI, Fig. 6.

Von dieser Varietät des *Jovites bosnensis*, die sich durch die Persistenz des Mittelkieles auf der egredierenden Schlußwindung und durch die Ausbildung von Kielfurchen auszeichnet, war E. v. Mojsisovics nur ein einziges Exemplar aus den *Subbullatus*-Schichten des Rappoltsteins bei Hallein bekannt. In der coll. Heinrich ist die Varietät durch zwei wohlerhaltene Individuen aus den *Subbullatus*-Schichten des Feuerkogels vertreten, die dem Exemplar vom Rappoltstein in den Dimensionen und in der Stärke der Ausbildung des Kiels und der Kielfurchen gleichkommen.

Jovites dacus v. Mojsisovics.

Taf. I, Fig. 1, Textfig. 1.

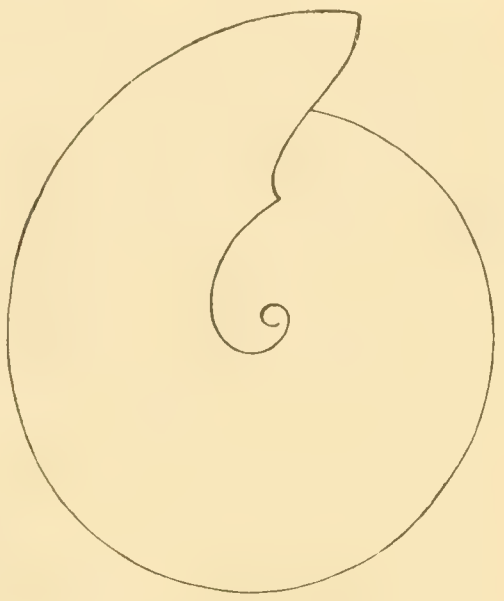
1875 *Tropites dacus* v. Mojsisovics, Über norische Bildungen in Siebenbürgen, Verhandl. Geol. Reichsanst. Wien, p. 142.

1893 *Halorites (Jovites) dacus* v. Mojsisovics, Cephal. d. Hallst. Kalke, Abhandl. Geol. Reichsanst. VI/2, p. 49, Taf. LXXXIV, Fig. 1—8.

1907? *Halorites (Jovites) dacus* Frech, Die Hallstätter Kalke bei Epidauros (Argolis) u. ihre Cephalopoden, Neues Jahrbuch f. Min. Festbd. p. 31, Taf. VI, Fig. 1 (? an *Orestites Frechi* Renz, Die triadischen Faunen d. Argolis, Palaeontograph, LVIII, 1910, p. 64, 81).

Typische Vertreter dieser Spezies liegen mir aus den *Subbullatus*-Schichten des Feuerkogels (coll. Kittl) vor. Ein Exemplar, das in der nebenstehenden Textillustration zur Abbildung gebracht worden ist, besitzt einen vollständig erhaltenen Mundrand und kann so zur Ergänzung der in Hinsicht auf dieses Merkmal einigermaßen lückenhaften Angaben von E. v. Mojsisovics dienen. Wohl war diesem Beobachter der durch einen Vorsprung am Nabelrande mit darauf folgender Einbuchtung charakterisierte Verlauf des Mundrandes im Bereich der Umbilikalregion (vgl. Taf. LXXXIV, Fig. 2 *a*, 5 *b*) bereits bekannt, dagegen kannte er noch nicht den auffallend vorgezogenen Externlappen des Peristoms, der sich übrigens auch bei einigen Repräsentanten des Genus *Halorites* findet.

Fig. 1.



Jovites dacus Mojs.
Exemplar mit Mundrand.
Feuerkogel, *Subbullatus*-Schichten,
coll. Kittl.

Die Suturlinie eines inneren Kernes stimmt mit jener des *Jovites dacus* — nicht des äußerlich sehr ähnlichen *J. daciformis* Dien. — überein.

An allen mir vorliegenden Stücken ist die Schlußwindung im zweiten und dritten Quadranten stark komprimiert, so daß der Externteil in dieser Region eine kielartige Zuschärfung erfährt, während er am Beginn der Schlußwindung und am Peristom breit gerundet ist.

Das größte der mir vorliegenden Wohnkammerexemplare erreicht einen Durchmesser von 65 *mm*.

Ein mit dem Mundrand versehenes Individuum von relativ bescheidenen Dimensionen (Durchmesser 46 *mm*) weicht von dem Arttypus insofern ab, als der Nabel trotz der Egression keinen kallösen Verschluß erfährt, sondern, wie an den inneren Kernen, offen bleibt. Man könne das in Fig. 1, (Taf. I) abgebildete Stück als *var. umbilicata* von dem Typus der Spezies abtrennen.

Vorkommen. Zahl der untersuchten Exemplare. Feuerkogel, *Subbullatus*-Schichten 6, coll. Kittl 1, coll. Heinrich.

Bemerkungen über die geographische Verbreitung des *Jovites dacus*. — Mit Sicherheit ist *Jovites dacus* nur aus dem karnischen Hallstätter Kalk der Nordalpen und Ostkarpathen

(Siebenbürgen) bekannt. Die Zugehörigkeit des von Frech zu dieser Spezies gestellten Stückes aus den *Ellipticus*-Schichten am Asklepieion bei Epidauros (Argolis) ist später von Renz in Zweifel gezogen worden. Solche Zweifel müssen aber auch für das von Renz selbst zu unserer Spezies als *var. Apollinis* (l. c. p. 81. Taf. VI, Fig. 9) gestellte Exemplar gelten, das sich durch den geraden Verlauf seiner radial gestellten, nicht nach vorne gekrümmten Rippen sowohl von *J. dacus* als von *J. bosnensis* unterscheidet, in der Stärke der Berippung jedoch der letztgenannten Art näher steht. *J. euxinus* Kittl (Triasbildungen d. nördl. Dobrudscha, Denkschr. Akad. Wiss. Wien, LXXXI. 1908, p. 51, Taf. II, Fig. 5, 6), mit dem Renz seine Varietät verglichen hat, gehört überhaupt nicht zu *Jovites*, sondern zu *Lobites* Mojs., wie von Simionescu (Ammonites trias. de Hagighiol, Acad. Romana, publ. Vas. Adamachi, Boucarest, 1913, T. XXXIV. p. 325, 362) gezeigt worden ist.

Der schlecht erhaltene, verzerrte Steinkern aus den *Tropites*-Schichten von Kalapani (Himalaya), den E. v. Mojsisovics (Obertriad. Cephalopodenfaunen d. Himalaya, Denkschr. Akad. Wiss. Wien, LXIII. 1896, p. 19) als *Jovites cf. dacus* anführt, dürfte wohl zu *J. daciformis* Dien. oder *J. spectabilis* Dien. gehören, da die reichen Aufsammlungen von Smith an jener Lokalität nur diese beiden Arten aber in großer Menge geliefert haben. Dagegen ist die Form, die Welter aus der Obertrias von Timor als *Jovites cf. dacus* (Obertriad. Ammoniten etc. von Timor, Wanners Palaeontol. v. Timor, I. Liefg. 1914, p. 47, Taf. V. Fig. 8, 9) beschrieben hat, wohl als eine neue Art anzusehen. Die Unterschiede gegenüber dem echten *J. dacus* hat Welter selbst hervorgehoben.

Gen. **Isculites** Mojs.

Isculites sp. ind. aff. Petrarcae v. Mojsisovics.

Ein Wohnkammerexemplar aus dem roten Marmor des Sommeraukogels, dessen Peristom jedoch nicht erhalten ist, teilt mit *Isculites Petrarcae* v. Mojsisovics (l. c. p. 71, Taf. LXXXVII. Fig. 10, CXXIX. Fig. 14—17) die geringe Egression des Nabels und den Mangel einer Oberflächenskulptur. Dagegen fehlt die für die genannte Spezies charakteristische Abflachung und Verbreiterung des Externteils im Bereich der Wohnkammer. Der größte Breitendurchmesser fällt auch am Ende der Schlußwindung noch in die Nabelregion.

In dem letzteren Merkmal stimmt unser Stück mit dem von E. v. Mojsisovics beschriebenen *Isculites nov. f. ind.* (l. c. p. 72) aus dem norischen Marmor mit *Sageniles Giebeli* vom Leisling überein, ist jedoch von dem letzteren durch den Mangel einer ausgeprägten Querskulptur unterschieden.

Gen. **Juvavites** Mojs.

I. Gruppe der Juvavites continui Mojs.

Juvavites angulocostatus (Heinrich MS.) nov. sp.

Taf. I, Fig. 3, 4.

Diese neue Art aus dem roten Marmor des Sommeraukogels steht dem *Juvavites gastrogonius* v. Mojsisovics (l. c. p. 83, Taf. LXXXVIII. Fig. 4) von dem gleichen Fundort sehr nahe. Diese nahen Beziehungen gelangen insbesondere in der übereinstimmenden Externskulptur zum Ausdruck, indem die auf den Flanken fast gerade gerichteten Rippen auf dem Externteil sehr stark nach vorwärts gebogen erscheinen, so daß sie entlang der Medianlinie in einem Winkel von 100—130° aufeinander stoßen. Die knieförmige Biegung der Rippen an der Stelle ihrer Begegnung ist an einigen der mir vorliegenden Exemplare noch erheblich stärker ausgeprägt als bei *J. gastrogonius*, erreicht jedoch niemals eine solche Schärfe wie bei *J. angulatus* Diener (Palaeontol. Ind. ser. XV. Himal. Foss. Vol. V. Pt. 3, Ladinic, carnic and noric faunae of Spiti, 1908, p. 115, Pl. XXI. Fig. 4—8) aus den norischen *Juvavites* beds von Spiti.

Die Aufstellung einer neuen, von *J. gastrogonius* verschiedenen Art gründet sich auf die folgenden Merkmale. Die Windungen wachsen in der Dicke langsamer an. Der Nabel ist etwas weiter geöffnet. Die Skulptur besteht aus minder zahlreichen aber dickeren Rippen. Der letztere Unterschied tritt mit aller Deutlichkeit an dem kleineren der beiden abgebildeten Exemplare hervor, das bei gleichen Dimensionen wie das von E. v. Mojsisovics illustrierte Originalstück des *J. gastrogonius* von diesem insbesondere in dem vorderen Quadranten durch die Stärke der Berippung auffallend abweicht. Die Breite einer den Externteil übersetzenden Hauptrippe beträgt bei unserem Exemplar 3—4, bei *J. gastrogonius* nur wenig über einen Millimeter.

Das größere der beiden abgebildeten Stücke ist mit vollständig erhaltener Wohnkammer versehen und zeigt auch die Umrisse des Peristoms. Der Mundrand ist nicht wie bei *Juvavites continuus* Mojs., in der Nabelregion lappenförmig verlängert, sondern verläuft vom Nabelrand in fast genau radialer Richtung zur Marginalregion. Nur im Bereich des Externteils erscheint er ein wenig nach vorwärts gezogen. Im vorderen Quadranten der Schlußwindung macht sich eine auffallende Abschwächung der Querskulptur bemerkbar. In der unmittelbaren Nachbarschaft des Mundrandes ist die Schale nahezu glatt.

Dimensionen. $D = 72$ (56), $A = 35$ (29), $L = 28$ (29), $U = 7{\cdot}5$ (7·5).

Loben. Nicht bekannt.

Vorkommen. Zahl der untersuchten Exemplare. Sommeraukogel, norische Stufe 1, coll. Heinrich, 3, coll. Kittl.

Juvavites Bülowii nov. sp.

Taf. IX, Fig. 7.

Diese neue Art repräsentiert einen unter den *Juvavites continui* vereinzelten, eigenartigen Typus der sich durch seine dichte, zarte, verhältnismäßig einfache und in der Nähe des Nabelrandes obliterierende Skulptur auszeichnet. Sie weicht in bezug auf ihre Ornamentierung von allen bisher beschriebenen Vertretern des Genus *Juvavites* im engeren Sinne auffallend ab.

Das Gehäuse ist mit einem ziemlich weiten Nabel versehen. Höhe und Breite des Querschnittes kommen einander ungefähr gleich.

Die sehr zahlreichen, zarten Rippen beginnen außerhalb des Nabelrandes, ziehen in ziemlich gerader Richtung nach vorwärts und überschreiten den Externteil in einem sehr flachen Bogen. Sie sind niemals gebündelt, doch finden gelegentlich Spaltungen in der unteren Seitenhälfte statt.

In der Beschaffenheit der Skulptur ist eine gewisse Ähnlichkeit zwischen unserer neuen Art und *Anatomites Bacchus* v. Mojsisovics (l. c. p. 143, Taf. LXXXVI. Fig. 7, LXXXVII. Fig. 14—21) unverkennbar. Auch die letztere Spezies wird durch das Auftreten sehr zahlreicher, zarter, ungebündelter Rippen charakterisiert, die fast ausschließlich auf die Externregion und die obere Hälfte der Seitenteile beschränkt bleiben. Dennoch kommen nähere verwandtschaftliche Beziehungen zwischen beiden Arten nicht in Frage. *Anatomites Bacchus* gehört zu den auffallend globosen, sehr enggenabelten Formen des Subgenus *Anatomites* und besitzt echte Paulostomfurchen, die auch auf den inneren Kernen unserer Spezies fehlen.

Dimensionen. $D = 44$ (51), $A = 23$ (26), $L = 21$ (24), $U = 5$ (9).

Loben. Nicht bekannt.

Vorkommen. Zahl der untersuchten Exemplare. Feuerkogel, karnisch norische Mischfauna 3, coll. Heinrich.

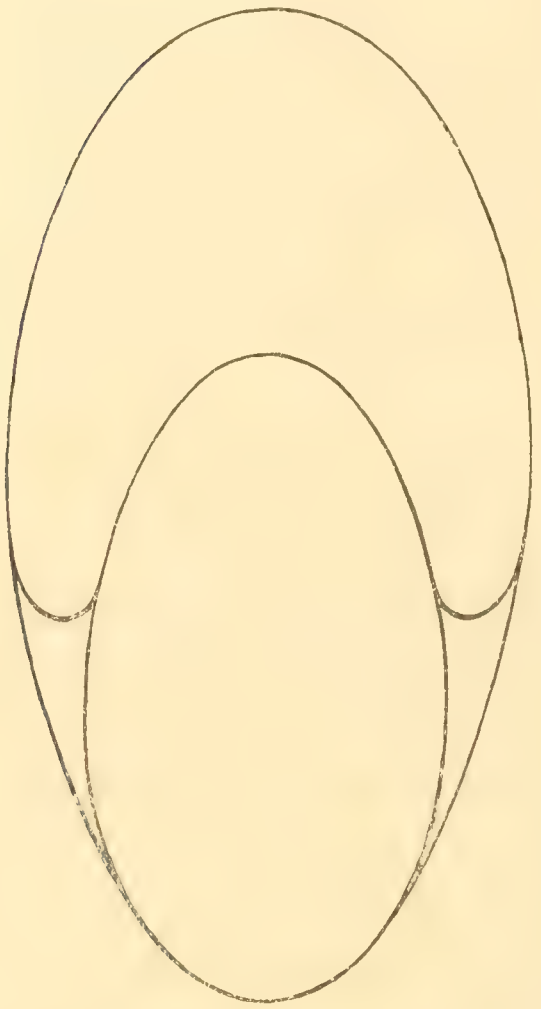
II. Gruppe der Juvavites interrupti.

Juvavites salinarius nov. sp.

Taf. I, Fig. 5, Textfig. 2.

Die vorliegende neue Spezies, die sich dem *Juvavites subinterruptus* v. Mojsisovics (Cephalopoden d. Hallst. Kalke, Abhandl. Geol. Reichsanst. VI/2, 1893, p. 90, Taf. LXXXIX, Fig. 13, LXXXX, Fig. 2, 3, CXXVI, Fig. 16) nahe anschließt, zählt zu den größten der Gattung, da das einzige zur Verfügung stehende Exemplar bei einem Durchmesser von mehr als 11 *cm* noch bis zu seinem Ende gekammert ist. Der Durchmesser des vollständigen Stückes kann demnach kaum weniger als 20 *cm* betragen haben.

Fig. 2.



Juvavites salinarius Dien. Vorderansicht des auf Taf. I, Fig. 5 abgebildeten Exemplars.

In der äußeren Gestalt besteht eine große Ähnlichkeit mit dem von E. v. Mojsisovics auf Taf. LXXXIX abgebildeten Typus des *J. subinterruptus,* wenngleich unser Exemplar ein wenig gedrungener erscheint. Die Hochmündigkeit ist demzufolge noch geringer als bei dem gleichfalls nahe verwandten *J. interruptus* v. Mojsisovics (l. c. p. 89, Taf. LXXXVIII, Fig. 1, 2, 3).

In der Skulptur besteht weder mit *J. subinterruptus* noch mit *J. interruptus* eine vollständige Übereinstimmung. Im allgemeinen steht unsere neue Form in dieser Richtung der erstgenannten Art näher. Mit *J. interruptus* teilt sie den Mangel einer Biegung der Rippen nach vorwärts in der Externregion, so daß die Rippen entlang der glatten Medianzone des Externteils in fast genau radialer Richtung einander gegenüberstehen. Dagegen ist die auf der Schlußwindung eintretende Abschwächung der Flankenskulptur ein Merkmal, das unsere neue Art dem *J. subinterruptus* näher bringt. Ein Unterschied gegenüber beiden Arten liegt in der minder häufigen Teilung der Rippen. Noch in der ganzen ersten Hälfte der Schlußwindung treten nur zwei- oder dreiteilige Rippen auf. Erst in deren vorderem Teil stellen sich auch vierteilige Rippen ein. Die Rippenspaltungen vollziehen sich gelegentlich schon knapp am Umbilikalrand, sonst in der Mitte und im oberen Drittel der Flanken.

Noch stärker als von dem mediterranen *J. subinterruptus* weicht unsere neue Art von dessen indomalayischem Repräsentanten *J. subinterruptus crasseplicatus* Welter (Die obertriadischen Ammoniten etc. v. Timor, Wanner's Palaeontol. v. Timor, I. Liefg. 1914, p. 57, Taf. VII, Fig. 12 — 14) ab. Allerdings liegt eine gewisse Ähnlichkeit in der größeren Häufigkeit zwei- und dreiteiliger Rippen, dagegen sind die Stammrippen auf der Schlußwindung der timoresischen Form erheblich breiter, faltiger, minder zahlreich und durch weitere Intercostalräume getrennt.

Die Vermutung, daß es sich hier um einen Vertreter des Subgenus *Griesbachites* Mojs. handeln könnte, wird durch die Erfahrung hinfällig gemacht, daß bei keinem der mir bekannten Griesbachiten Knotenbildungen erst in einem so vorgeschrittenen Wachstumsstadium sich einstellen. Sollte das vorliegende Exemplar zu *Griesbachites* gehören, so müßten bei einem Durchmesser von mehr als 10 *cm*, entsprechend der abgeschwächten Berippung, bereits deutlich entwickelte Marginalknoten zur Entwicklung gelangen.

Auch zu *Anatomites* Mojs. kann unser Stück nicht gestellt werden, obwohl einzelne Intercostalfurchen ein wenig tiefer eingesenkt sind. Doch ist weder ihre Breite noch ihre Tiefe hinreichend, um eine Deutung als Paulostomfurchen zu rechtfertigen.

Dimensionen.[1] $D = 112$, $A = 65$, $A' = 37$, $L = 60$, $U = 9$.

Loben. In den Details nicht bekannt.

Vorkommen. Zahl der untersuchten Exemplare. Feuerkogel, *Subbullatus*-Schichten 1, coll. Heinrich.

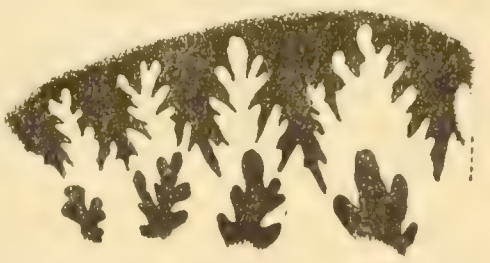
Juvavites Ampfereri nov. sp.

Taf. III, Fig. 6, IV, Fig. 3, Textfig. 3.

Noch näher als *Juvavites salinarius* steht dem *J. subinterruptus* Mojs. eine in der karnisch-norischen Mischfauna des Feuerkogels ziemlich häufige Art, die ebenfalls bedeutende Dimensionen erreichen muß. Eines der mir vorliegenden Exemplare ist bei einem Durchmesser von 90 *mm* noch vollständig gekammert, während allerdings die Mehrzahl der Stücke schon bei geringerer Größe einen Teil der Wohnkammer zeigt.

Die typischen Exemplare dieser neuen Spezies sind stark aufgebläht, erheblich plumper als *Juvavites subinterruptus* Mojs. oder *J. interruptus* Mojs. Doch kommen auch hochmündigere Individuen vor, die auf Grund dieses Merkmals allein wohl nicht von dem Arttypus abgetrennt werden dürfen. Nur bei einem derselben übertrifft die Windungshöhe die Dicke, während sonst das umgekehrte Verhältnis besteht.

Fig. 3.



Juvavites Ampfereri Dien. Suturlinie des auf Taf. IV, Fig. 3 abgebildeten Exemplars.

Die gewölbten Flanken gehen ohne Abgrenzung in den gerundeten Externteil über. Der Nabel ist tief eingesenkt und von einer senkrechten Nabelwand umschlossen, der Nabelrand gerundet.

Die Skulptur ist jener des *J. subinterruptus* sehr ähnlich, weist aber doch einige konstante Unterschiede auf. Die auffälligste Verschiedenheit liegt im Typus der Berippung, indem die Rippen bei *J. Ampfereri* breiter angelegt sind und insbesondere mit der Annäherung an die Externseite noch an Breite zunehmen. Auch sind sie auf dem Externteil noch weiter nach vorwärts geschwungen. Auf der Wohnkammer erwachsener Exemplare erlischt die Skulptur allmählich und diese zeigen dann eine nahezu glatte Schale.

Die Rippen entspringen auf dem Nabelrand, verlaufen radial oder in schwacher Sigmoide bis zur Marginalregion und biegen sich dann sehr stark nach vorne. Auf dem Externteil stoßen sie alternierend von beiden Seiten her an die bald mehr bald weniger deutlich ausgeprägte glatte Medianzone. Gelegentlich läuft je eine Rippe der einen genau zwischen zwei Rippen der anderen Flanke und beide treffen dann an der Stelle zusammen, wo sonst das schmale, glatte Externband liegt. Die Teilung der Rippen erfolgt ungleichmäßig und in verschiedener Höhe, zumeist in der Nähe des Nabels und ein zweites Mal in der halben Seitenhöhe, seltener in der Marginalzone. Paulostomfurchen fehlen, wenn auch einzelne Intercostalfurchen ein wenig stärker als die übrigen ausgebildet sein können.

Die Unterschiede in der Ornamentierung der vorliegenden Art gegenüber *J. subinterruptus* treten am deutlichsten an den inneren Kernen bis zu einem Durchmesser von 25 *mm* zutage. In Fig. 6 auf Taf. III habe ich einen solchen Kern zur Darstellung gebracht, der aus einem großen Exemplar herausgeschält wurde. Ein Vergleich mit den Abbildungen ähnlich dimensionierter Exemplare von *J. subinterruptus* bei E. v. Mojsisovics (l. c., Taf. LXL, Fig. 3, CXXVI, Fig. 16) läßt die auffallenden Differenzen in der Stärke der Berippung auf den ersten Blick erkennen. Die Rippen sind bei den

[1] A' bedeutet die Höhe der Schlußwindung über dem Externteil des vorhergehenden Umganges.

Kernen des *J. Ampfereri* viel breiter, höher und in der Marginalregion stärker nach vorwärts gebogen. Ein Vergleich solcher Kerne von *J. Ampfereri* und *J. subinterruptus* läßt wohl keinen Zweifel darüber, daß beide Formen trotz weitgehender Annäherung in vorgeschrittenen Wachstumsstadien artlich getrennt gehalten werden müssen.

Andererseits kann die Tatsache nicht bestritten werden, daß neben den typischen Formen vereinzelte Exemplare sich finden, deren Skulpturtypus sich jenem bei *J. subinterruptus* durch Verschmälerung und geringere Vorwärtsbeugung der Rippen in der Umbilikalregion erheblich nähert. Mir liegt insbesondere ein solches Stück von den gleichen Dimensionen wie das auf Taf. IV, Fig. 3 abgebildete vor, bei dessen Bestimmung man im Zweifel sein könnte, welcher von den beiden Arten es mit größerem Recht zuzuteilen wäre, wenn nicht die globose Gestalt — Höhe und Breite des Querschnittes sind nahezu gleich — die Entscheidung zugunsten der Zugehörigkeit zu *J. Ampfereri* beeinflussen würde.

Dimensionen. $D = 84$, $A = 48$, $A' = 32$, $L = 51$, $U = 8$.

Loben. In der Anordnung der Lobenelemente stimmt die Suturlinie mit jener des *J. interruptus* und *J. subinterruptus* überein, insbesondere in der Ausbildung eines wohl entwickelten ersten Auxiliarsattels, doch weist sie einen erheblich höheren Grad der Zerschlitzung auf. In dieser Richtung schließt sie sich der Suturlinie des indomalayischen Repräsentanten der alpinen Spezies, *J. subinterruptus crasseplicatus* Welter (Die obertriad. Ammoniten etc. v. Timor, l. c. 1914, p. 57, Taf. VII, Fig. 12—14) oder dem *J. Verbeecki* Welter (l. c., Textfig. 7) viel näher an. Die Unterschiede in der Höhe der Hauptsättel, unter denen der Externsattel durch seine massige Entwicklung auffällt, sind nur gering.

Vorkommen. Zahl der untersuchten Exemplare. Feuerkogel, norisch-karnische Mischfauna 8, coll. Heinrich, 2, Sammlung des Palaeontologischen Institutes der Universität Wien (coll. Rastl 1906).

Juvavites compressus v. Mojsisovics.

1893 *Juvavites compressus* v. Mojsisovics, Cephal. d. Hallst. Kalke, Abhandl. Geol. Reichsanst. Wien, VI/2, p. 96, Taf. LXXXX, Fig. 16.

Als Typus dieser Art betrachtet E. v. Mojsisovics ein kleines, hochmündiges Gehäuse aus dem norischen Hallstätter Kalk des Sommeraukogels, das bei einem Durchmesser von 22 *mm* bereits die Hälfte der Wohnkammer besitzt. Als Hauptmerkmal wird die Beschaffenheit des Externteils angegeben, dessen Mitte eine kielartig aufragende, schmale Fläche einnimmt, vor welcher die Rippen, in dieselbe gleichsam verschmelzend, aufhören, während sonst in der Gruppe der *Juvavites interrupti* die Unterbrechung der Rippen entlang der Medianzone des Externteils nur durch ein glattes Band oder eine leichte Eintiefung hervorgebracht wird.

Zwei große Exemplare aus dem roten Marmor des Sommeraukogels (coll. Kittl) mit einem Durchmesser von 54, beziehungsweise 83 *mm* stimmen in ihrer Hochmündigkeit und dem Charakter der Skulptur so gut mit *J. compressus* überein, daß ich kein Bedenken trage, sie als erwachsene Individuen dieser Art anzusprechen. Auch die kielartige Auftreibung der glatten Medianzone des Externteils ist an dem kleineren dieser beiden Exemplare bei einer Windungshöhe von 35 *mm* noch mit voller Deutlichkeit entwickelt. In späteren Altersstadien geht sie allmählich verloren. An der Schlußwindung des großen Exemplares entspricht bei einer Windungshöhe von 35 *mm* die rippenfreie Region der normalen Wölbung in der Mitte des Externteiles.

Die Dimensionen des großen Exemplars sind die folgenden: $D = 83$, $A = 45$, $A' = 27$, $L = 30$, $U = 6$.

Loben. Die Loben konnten an keinem der beiden mir vorliegenden Exemplare der Beobachtung zugänglich gemacht werden.

Subgen. **Griesbachites** Mojs.

1896 *Griesbachites* v. Mojsisovics, Obertriadische Cephalopodenfaunen des Himalaya, Denkschr. Akad. Wissensch. Wien, math.-naturw. Kl., LXIII, p. 603.

1899 *Griesbachites* v. Mojsisovics, Upper triassic Cephalopod faunae of the Himalaya, Palaeontol. Ind. ser. XV, Himalayan Fossils, Vol. III, Pt. 1, p. 35.

1908 *Griesbachites* Diener, ibidem, Vol. I, Pt. 1, Upper triassic and liassic faunae of the exotic blocks of Malla Johar, p. 39.

1914 *Griesbachites* Welter, Obertriad. Ammoniten u. Nautiliden v. Timor, Wanner's Palaeontol. v. Timor, 1. Liefg., p. 93.

Die Untergattung *Griesbachites* ist von E. v. Mojsisovics im Jahre 1896 für solche Juvaviten aufgestellt worden, die in vorgeschrittenen Wachstumsstadien — in der Regel schon auf den gekammerten Kernen — eine aus gerundeten oder ohrförmigen Knoten bestehende Marginalskulptur erwerben. Der Typus der Untergattung, *G. Medleyanus* Stoliczka, besitzt die Lateralskulptur der *Juvavites interrupti*, aber keine Paulostomfurchen wie *Anatomites* Mojs. Wohl aber ist eine zweite Art, die E. v. Mojsisovics ebenfalls dem Subgenus *Griesbachites* zuwies, *G. Hanni* Mojs., mit solchen Paulostomfurchen ausgestattet.

Ich habe im Jahre 1908 nach dem Vorgange von E. v. Mojsisovics Juvaviten und Anatomiten mit Marginalknoten bei *Griesbachites* belassen, aber darauf aufmerksam gemacht, daß es wünschenswert wäre, den Namen auf die Abkömmlinge von *Juvavites s. s.* zu beschränken und für die mit einer Marginalskulptur ausgestatteten Abkömmlinge von *Anatomites* eine besondere Untergattung zu errichten. Welter ist meiner Anregung gefolgt, indem er für die Anatomiten mit Paulostomfurchen und mit Marginalskulptur auf den inneren Windungen die Untergattung *Molengraaffites* einführt. Dagegen werden von Welter solche Juvaviten mit Paulostomfurchen bei *Anatomites* belassen, die — wie *A. fulminaris* Dittm. — erst auf der Wohnkammer erwachsener Individuen Anlage zur Knotenbildung zeigen.

Ich schließe mich Welter's Diagnose des Subgenus *Griesbachites* an und reserviere diesen Namen für jene Juvaviten ohne Paulostomfurchen und ohne Andeutung einer Spiralskulptur, die bereits auf den gekammerten Windungen Marginalknoten angelegt haben. Die Stammformen dieses Subgenus gehören sowohl der Gruppe der *Juvavites interrupti* (*G. Medleyanus* Stol., *G. Kastneri* Mojs.) als der *J. continui* (*G. Pseudomedleyanus costatus* Welt., *G. malayicus* Welt.) an. Gelegentlich allerdings verwischen sich die Merkmale beider Gruppen so sehr, daß man im Zweifel darüber bleiben mag, ob ein Mitglied der einen oder der anderen vorliegt.

Zu der einzigen bisher bekannten alpinen Art, *G. Kastneri* Mojs., treten nunmehr vier neue hinzu, die aus der karnisch-norischen Mischfauna des Feuerkogels stammen dürften, wenngleich nach den Mitteilungen des Herrn Dr. Heinrich die Lagerstätte nicht für jedes einzelne Exemplar mit voller Sicherheit ermittelt werden konnte.

Griesbachites densicostatus nov. sp.

Taf. III, Fig. 1.

Diese Art, von der mir ein mittelgroßes, mit einem Teile seiner Wohnkammer versehenes Exemplar vorliegt, schließt sich dem unterkarnischen *Griesbachites Kastneri* v. Mojsisovics (Ceph. Hallst. Kalke, Abhandl. Geol. Reichsanst. VI/2, 1893, p. 95, Taf. CLXLVI, Fig. 3) nahe an. Doch unterscheidet sie sich schon in ihrer äußeren Gestalt von dem letzteren durch den mehr rechteckigen Umriß, indem die Flanken von der Marginalregion gegen den Nabelrand weniger stark divergieren und flacher gewölbt erscheinen.

Am Beginn der Schlußwindung ist die Skulptur diejenige eines typischen *Juvavites* aus der Gruppe der *J. interrupti*. Entlang der Medianlinie des Externteils bleibt eine schmale, glatte Zone von

Rippen frei. Die Berippung ist sehr dicht, erheblich dichter als bei gleich großen Individuen des *G. Kastneri*. Die schmalen, aber kräftigen und durch ebenso schmale, gerundete Intercostalfurchen getrennten Lateralrippen spalten sich in der Regel zweimal, zuerst in der Nähe des Nabelrandes und dann ein zweites Mal in der Mitte der Flanken oder in der Nähe der Marginalregion, in der sie deutlich nach vorwärts gebogen sind, ohne jedoch eine scharfe Knickung zu erleiden.

Bei einer Windungshöhe von 28 *mm* treten zuerst Marginalknoten auf. Sie sind teils gerundet, teils der Wachstumsrichtung des Gehäuses entsprechend in die Länge gezogen. Sie stehen in ungleichen Abständen und zumeist alternierend mit jenen auf der anderen Seite. An unserem Exemplar zählt man bei einem Durchmesser von 71 *mm* auf der vorderen Hälfte der Schlußwindung neun Marginalknoten.

Im vorderen Drittel des letzten Umganges werden die Lateralrippen weniger zahlreich, dagegen breiter, flach und faltenförmig. Die Zahl der Rippen auf dem Externteil, die ebenfalls flacher werden, bleibt noch immer mehr als doppelt so groß als jene der Hauptrippen, die am Nabelrand entspringen.

Wahrscheinlich dürfte auf dem vorderen, nicht erhaltenen Teil der Wohnkammer mit einer noch weitergehenden Abschwächung der Flanken- und Externskulptur zu rechnen sein.

Dimensionen. $D = 71$, $A = 39$, $A' = 25$, $C = 34$, $U = 6$.

Loben. Nicht bekannt.

Vorkommen. Zahl der untersuchten Exemplare. Feuerkogel, wahrscheinlich karnisch-norische Mischfauna, 1, coll. Heinrich.

Griesbachites Kastneri v. Mojsisovics.

1893 *Juvavites Kastneri* v. Mojsisovics, Cephalopoden d. Hallst. Kalke, Abhandl. Geol. Reichsanst. VI/2, p. 95, Taf. CXCVI, Fig. 3.

Vgl. auch *Griesbachites cf. Kastneri* Diener. Upper triassic etc. faunae of the exotic blocks of Malla Johar, Paleontol. Ind. ser. XV. Himalayan Foss. Vol. I. Pt. 1, 1908, p. 41, Pl. VI, Fig. 1—3, Welter, Obertriad. Ammoniten etc. v. Timor, Palaeontol. v. Timor von J. Wanner, Liefg. I, 1914, p. 98, Taf. XIII, Fig. 13 u. 15.

In den Sammlungen Dr. Heinrich's und des Palaeontologischen Instituts der Universität Wien vom Feuerkogel stimmt eine Anzahl von Exemplaren des Subgenus *Griesbachites* mit dem Typus des *G. Kastneri* aus den *Ellipticus*-Schichten an der gleichen Lokalität so vollständig überein, daß eine Identifizierung mit voller Sicherheit vorgenommen werden kann. Sämtliche Stücke lassen die Unterbrechung der Externrippen in der Medianzone des Externteils deutlich erkennen. Keine einzige Rippe überschreitet die letztere ungestört, wie das bei *G. cornutus* Dien. ausnahmslos, bei *G. Goetzingeri* Dien. wenigstens in der Regel der Fall ist.

Große Exemplare sind mir von dieser Spezies nicht bekannt geworden. Das größte erreicht einen Durchmesser von 73 *mm* und dürfte vollständig erhalten sein. Der Verlauf des Mundrandes ist an ihm vom Nabelrand bis in die Marginalregion ersichtlich. Er hält im allgemeinen eine streng radiale Richtung ein und ist nur in der Umbilikal- und Marginalzone ein wenig vorwärts gezogen. Zugleich ist eine schwache Kontraktion des Gehäuses am Peristom angedeutet.

Dieses Exemplar aus der coll. Heinrich ergab die folgenden Abmessungen: $D = 73$, $A = 38$, $A' = 22$, $L = 36$, $U = 7$.

Loben. E. v. Mojsisovics kannte die Suturlinie dieser alpinen Art noch nicht. Sie stimmt sehr nahe mit den Suturlinien der später noch zu beschreibenden Arten *G. cornutus* Dien. und *G. Goetzingeri* Dien. überein.

Vorkommen. Zahl der untersuchten Exemplare. Feuerkogel, wahrscheinlich karnisch-norische Mischfauna 3, coll. Heinrich, 1. Sammlung des Palaeontologischen Instituts der Universität Wien (Rastl 1906).

Griesbachites Waltharii nov. sp.

Taf. IV. Fig. 1, 2.

Von *Griesbachites Kastneri* Mojs. läßt sich eine Art trennen, die bei weitgehender Übereinstimmung in der Gestalt und der Skulptur der inneren Kerne durch die abändernde Form der erwachsenen Wohnkammerexemplare gekennzeichnet ist.

Das in Fig. 1 abgebildete Stück kann als Arttypus gelten. Es ist relativ hochmündig, sehr eng genabelt und nahezu vollständig glattschalig. Eine irgendwie umgrenzte Marginalzone ist nicht vorhanden. Der hochgerundete Externteil geht ganz allmählich in die sanft gewölbten Flanken über. Die größte Breite des Querschnittes fällt nicht mit dem Nabelrand zusammen, sondern liegt ein wenig höher. Der teilweise erhaltene Mündungsrand ist radial gerichtet, aber am Nabelrande nach vorne ausgebuchtet. Das Peristom ist schwach kontrahiert.

Die Schlußwindung, die in ihrer ganzen Ausdehnung der Wohnkammer angehört, entbehrt jeder Flankenskulptur. Nur ausnahmsweise sind in der ersten Hälfte derselben noch Spuren von Externrippen bemerkbar. Die Ornamentierung beschränkt sich auf die gleichfalls schwach entwickelten und in die Länge gezogenen Marginalknoten, die in spärlicher Anzahl — drei bis vier auf dem letzten halben Umgang — auftreten.

Wo die Oberfläche der Schale erhalten ist, zeigt sie zarte, radial verlaufende Anwachsstreifen. Dagegen ist eine Spiralstreifung nirgends angedeutet. Damit erscheint eine Zugehörigkeit unserer Art zu *Malayites* Welter ausgeschlossen.

Aus einem Exemplar, das in seinen Merkmalen mit dem hier abgebildeten genaue Übereinstimmung zeigte, wurde der in Fig. 2 illustrierte innere Kern herauspräpariert. Er zeigt unsere Spezies in jenem Wachstumsstadium, in dem die ursprünglich kräftige Radialskulptur zu verschwinden beginnt. Bei einer Windungshöhe von 23 *mm* stellen sich die ersten Marginalknoten ein. Die Rippen stehen alternierend zu beiden Seiten der Medianlinie des Externteils und sind durch eine schmale, glatte Zone unterbrochen. Die kräftigen Flankenrippen weisen eine sehr unregelmäßige Gabelung — bald Zweibald Dreiteilung — auf. Auch Schaltrippen kommen gelegentlich vor.

Dimensionen. $D = 117$ (50), $A = 65$ (26·5), $A' = 35$ (14), $L = 54$ (25·5), $U = 7$ (5).

Loben. Übereinstimmend mit jenen des *G. Kastneri, G. cornutus* und *G. Goetzingeri.*

Vorkommen. Zahl der untersuchten Exemplare. Feuerkogel, wahrscheinlich karnisch-norische Mischfauna 2, coll. Heinrich 1, Sammlung des Palaeontologischen Instituts der Universität Wien (Rastl 1906).

Griesbachites cornutus (Heinrich Ms.) nov. sp.

Taf. II, Fig. 1, III. Fig. 2, 3, Textfig. 4.

Die vorliegende Art gehört zu den Riesen der Familie. Das auf Taf. II zur Abbildung gelangte Exemplar ist bei einem Durchmesser von beinahe 17 *cm* insofern noch unvollständig, als nur die vordere Hälfte der Schlußwindung der Wohnkammer angehört, so daß wohl noch mit einer weiteren Umgangshälfte bis zum Peristom gerechnet werden muß.

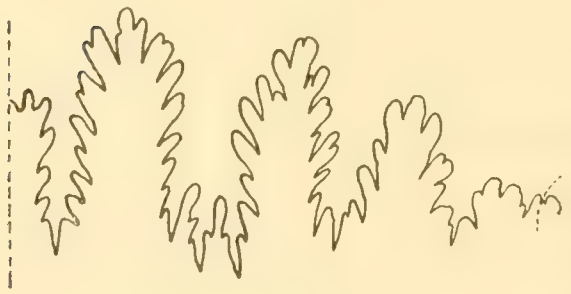
Da Individuen in verschiedenen Altersstufen vorliegen, so sind wir über die einzelnen Entwicklungsstadien, die die Skulptur dieser Art durchläuft, gut unterrichtet. Schon innere Kerne mit einem Durchmesser von 45 *mm* sind ebenso breit als hoch, so daß die Querschnittsverhältnisse in vorgeschrittenen Wachstumsstadien kaum noch Änderungen erfahren. Da die Erweiterung des Nabels nur in sehr geringem Maße zunimmt, so erscheint derselbe bei großen Exemplaren von einer sehr hohen, fast senkrechten Nabelwand begrenzt.

Die Stammform dieser Art gehört der Gruppe der *Juvavites continui* an. Die Rippen laufen ohne Unterbrechung über den Externteil, ohne daß allerdings eine volle Symmetrie der Skulptur zu beiden Seiten der Medianebene stets zur Ausbildung kommen würde. Wie aus der Abbildung Fig. 2*c* auf Tafel III ersichtlich ist, tritt gelegentlich eine gespaltene Rippe von der einen Seite her mit

einer Hauptrippe der anderen in direkte Verbindung. Rippenspaltungen treten sehr unregelmäßig ein, bald in geringer Höhe über dem Nabelrande, bald über der Mitte der Flanken. Zweiteilung der Rippen herrscht vor. Eine Dreiteilung ist nur ausnahmsweise zu beobachten.

Schon bei einer Windungshöhe von 25 *mm* stellen sich die ersten Andeutungen schwacher Marginalknoten ein. Bei einer Windungshöhe von 35 *mm* erscheinen solche meist schon kräftig entwickelt, während sich gleichzeitig die Flankenskulptur abschwächt. Bei einer Windungshöhe von 50 *mm* hört die Flankenskulptur überhaupt auf und die Schale wird bis auf die schwach sichelförmig geschwungenen, zarten Anwachsstreifen völlig glatt. Nur auf der Externseite machen sich bis zu einer Windungshöhe von 65 *mm* noch flache Rippen bemerkbar, die ohne Unterbrechung durch eine glatte Medianzone den Externteil überschreiten. Dagegen gewinnen die marginalen, zu gewaltigen Ohren anschwellenden Knoten eine immer größere Bedeutung. Das vorderste dieser Marginalohren erreicht an dem auf Taf. II abgebildeten Individuum eine Länge von 25 *mm* und erhebt sich 5 *mm* über die benachbarten Teile des Gehäuses. Noch größere Dimensionen beobachtete ich an einem etwas kleineren Wohnkammerexemplar aus der coll. Heinrich, wo eines dieser Ohren bei einer Windungshöhe von 60 *mm* 9 *mm* hoch über die Oberfläche des Gehäuses aufragt. An dem letzteren Stück — es ist dasjenige, für das Dr. Heinrich den Manuskriptnamen *G. cornutus* aufgestellt hat — beträgt die Zahl der Marginalknoten auf der Schlußwindung 9, bei dem auf Taf. II abgebildeten Individuum 11. Sie stehen bei dem letzteren Stück am Beginn der Schlußwindung alternierend, später symmetrisch zur Medianebene des Externteils.

Fig. 4.



Griesbachites cornutus Dien.
Suturlinie des auf Taf. II f. 1 abgebildeten Exemplars.

Es muß übrigens bemerkt werden, daß in bezug auf die Anordnung sowohl als auf die Zahl, Form und Stärke der Marginalknoten bei den ausgewachsenen Individuen eine sehr große Mannigfaltigkeit besteht, daß daher der Name *cornutus* nicht für alle Exemplare in gleicher Weise paßt. Bei der Übereinstimmung der letzteren in den sonstigen Merkmalen kann von einem Versuche einer Auflösung in verschiedene Spezies auf Grund der Beschaffenheit der Marginalknoten wohl nicht ernstlich die Rede sein. Vielmehr ist unserer Art in bezug auf dieses Merkmal lediglich eine bedeutende Variabilität zuzuerkennen.

Die an manchen Stellen tadellos erhaltene Schale des großen, auf Taf. II abgebildeten Stückes, die die zarten, radial gerichteten Anwachsstreifen mit voller Deutlichkeit erkennen läßt, zeigt nirgends Andeutungen einer Spiralskulptur, wie sie für *Malayites* Welter bezeichnend ist.

Dimensionen. $D = 169$ (46), $A = 100$ (24), $A' = 63$ (16), $L = 95$ (24), $U = 10$ (7).

Loben. Die im allgemeinen serial angeordneten Loben und Sättel zeigen eine ähnlich reiche Zerschlitzung wie bei *G. Medleyanus* Stol., doch ist ihre Zahl geringer. Wie die Abbildung der indischen Art bei E. v. Mojsisovics (Obertriad. Cephalopodenfaunen des Himalaya, Denkschr. Akad. Wiss. Wien, LXIII. 1896, Taf. X, Fig. 2) lehrt, folgt auf den zweiten Lateralsattel ein ihm in der Form genau gleicher, nur etwas kleinerer Hilfssattel, auf diesen ein tiefer zweiter Auxiliarlobus und ein flach gewölbter, am Kopf durch Einschnitte geteilter Hilfssattel. Bei unserer Spezies hingegen fehlt gewissermaßen das Seitenstück zu dem ersten, den Lateralsätteln gleichen Hilfssattel. An den breiten und tiefen ersten Hilfslobus schließt sich vielmehr unmittelbar ein flach gewölbter, an seinem Kopf durch mehrere Einschnitte geteilter Auxiliarsattel an. Auch weist der zweite Lateralsattel ein deutlich individualisiertes seitliches Blatt an seiner Innenwand auf.

Vorkommen. Zahl der untersuchten Exemplare. Feuerkogel, wahrscheinlich karnisch-norische Mischfauna 6, coll. Heinrich 3, Sammlung des Palaeontologischen Instituts der Universität Wien (Rastl 1906).

Bemerkungen über verwandte Arten. Unserer alpinen Art scheinen sich zwei indonesische Formen sehr nahe anzuschließen, die O. Welter aus der Obertrias von Timor beschrieben hat, *G. Pseudomedleyanus timorensis* Welter (Die obertriad. Ammoniten und Nautiliden von Timor, l. c. 1914, p. 95, Taf. XIII, Fig. 2, 8, 9, 10, XXXV. Fig. 5) und *G. Pseudomedleyanus costatus* Welter (l. c. p. 97, Taf. XIII. Fig. 11, 14, 16).

Welter glaubte diese beiden Formen mit einer von mir aus dem karnischen Hallstätter Kalk des exotischen Blockes Nr. 2 in Malla Johar beschriebenen Spezies, *Griesbachites Pseudomedleyanus* Diener (Upper triassic and liassic faunae of the exotic blocks of Malla Johar, Palaeontol. Ind. ser. XV. Himal. Foss. Vol. 1, Pt. 1, 1908, p. 35, Pl. VII. fig. 1, 2) vereinigen zu dürfen. Dieser Auffassung kann ich nicht beipflichten. Wie Welter selbst betont, bestehen zwischen den Formen aus Timor und dem Himalaya erhebliche Unterschiede in der Gestalt der Suturlinien. Bei *G. Pseudomedleyanus* Dien. sind die Sättel viel massiger und plumper gebaut. Auch ist das seitliche Blatt des zweiten Lateralsattels unvergleichlich stärker entwickelt — bei *G. Pseudomedleyanus costatus* Welter scheint es überhaupt zu fehlen — so daß es mit dem ersten Auxiliarlobus und dem folgenden Hilfssattel beinahe zu einem Nahtlobus verschmilzt.

Dagegen stimmt die Suturlinie des *G. Pseudomedleyanus timorensis* mit jener unserer alpinen Art vorzüglich überein. Auch in der äußeren Gestalt und Skulptur besteht eine so weitgehende Übereinstimmung, daß ich kein Bedenken tragen würde, mich für eine direkte Identifizierung beider Formen auszusprechen, stünde einer solchen nicht Welters Angabe entgegen, daß die Externrippen zu beiden Seiten der Medianfurche alternieren. Auch die Abbildung auf Taf. III, Fig. 8 — die einzige, die eine Vorderansicht des *G. timorensis*, wie die Art in Zukunft zu benennen sein dürfte, zur Darstellung bringt — weist auf eine Externskulptur vom Typus der *Juvavites interrupti* hin.

G. costatus Welter, der ebenso wie *G. cornutus* auf eine Stammform aus der Gruppe der *Juvavites continui* zurückgeht, zeigt eine kräftigere Flankenberippung, als unsere alpine Art und weist auch kleine Verschiedenheiten in der Suturlinie (Mangel eines inneren Sattelblattes am zweiten Lateralsattel) auf, so daß auch hier von einer Vereinigung beider Spezies besser abzusehen sein dürfte.

Griesbachites Goetzingeri nov. sp.

Taf. III, Fig. 4, 5, Textfig. 5.

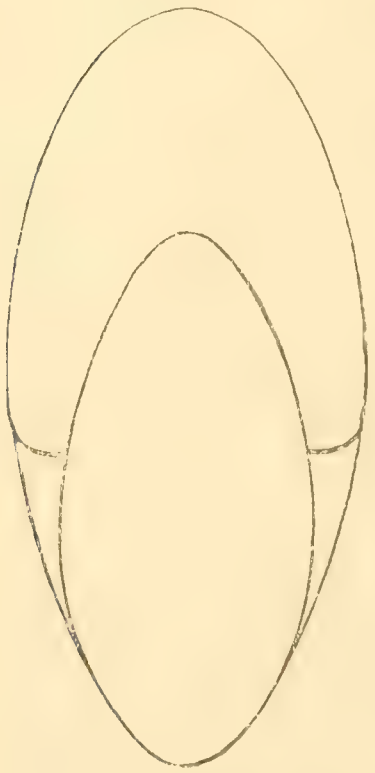
Auch diese Art geht auf eine Stammform aus der Gruppe der *Juvavites continui* zurück, wenngleich die Merkmale jener Gruppe nicht mehr in voller Reinheit zur Geltung kommen.

In ihrer äußeren Gestalt unterscheidet sich diese neue Art von allen bisher beschriebenen des Subgenus *Griesbachites*, durch ihren Querschnitt. Während sonst die Externseite mäßig gewölbt und gegen die Flanken mehr oder minder deutlich abgesetzt erscheint, ist sie hier hoch gerundet und geht ohne jede Intervention einer Marginalkante mit gleichmäßig zunehmender Wölbung in die Seitenteile über. Das Gehäuse ist hochmündiger als bei *G. cornutus*. Der von einer hohen, senkrechten Wand umschlossene Nabel erweitert sich im altersreifen Stadium den Jugendzuständen gegenüber nur in geringem Maße.

Die weitaus überwiegende Mehrzahl der Rippen läuft ununterbrochen und mäßig stark nach vorne gezogen über den Externteil. An dem in Fig. 5 abgebildeten Exemplar sind, soweit eine Beobachtung möglich erscheint, alle Externrippen ununterbrochen und symmetrisch zu beiden Seiten der Medianebene angeordnet. Das gleiche ist auf dem größten Teil der Schlußwindung des kleineren, in Fig. 4 illustrierten Stückes der Fall. Die ersten vier Rippen des letzten Umganges jedoch stehen alternierend und sind durch eine seichte Depression entlang der Medianlinie getrennt. Da ein drittes Exemplar wieder nur ununterbrochene Externrippen, ein viertes neben einer überwiegenden Mehrzahl

solcher auch einzelne unterbrochene aufweist, so muß man als Stammform wohl einen *Juvavites* aus der Gruppe der *continui* betrachten, anderseits aber bei demselben den besonderen Fall der externen Ornamentik konstatieren, daß eine gelegentliche Mischung von Merkmalen der *continui* und *interrupti* auftritt.

Fig. 5.



Griesbachite Goetzingeri Dien. Vorderansicht des auf Taf. III, Fig. 4 abgebildeten Exemplars.

Die meisten Rippen spalten sich in der Nähe der Seitenmitte. Manchmal tritt noch eine sekundäre Rippenteilung in der Umgebung der Marginalregion ein. Außerdem bleibt, insbesondere im Jugendstadium, eine Anzahl von Rippen ungeteilt. Paulostomfurchen sind nicht entwickelt.

Bei einer Windungshöhe von 35 *mm* nimmt die Flankenskulptur an Stärke erheblich ab. Die Rippen werden minder zahlreich, flacher, ein wenig breiter und persistieren bei einer Windungshöhe von 50 *mm* nur noch in der Externregion. An ganz großen Exemplaren verschwinden ihre letzten Spuren bei einer Windungshöhe von 60 *mm*.

Marginalknoten stellen sich ziemlich spät ein. An dem in Fig. 4 abgebildeten Exemplar erscheint der erste knapp vor der Mündung bei einer Windungshöhe von 32 *mm*. Auch bei zwei anderen Exemplaren werden sie in dem gleichen Wachstumsstadium zuerst erkennbar. Sie bleiben bei dieser Art, im Gegensatze zu *G. cornutus*, stets klein und kreisförmig gerundet. Auch bei ganz großen Individuen, die sonst eine vollkommen glatte Schalenoberfläche besitzen, überschreitet die Basis eines Marginalknotens kaum jemals den Durchmesser von 7 *mm*.

Dimensionen. $D = 56\ (84)\ (161)$, $A = 32\ (48)\ (83)$, $A' = 20\ (29)\ (43)$, $L = 29\ (43)\ (74)$, $U = 5{\cdot}5\ (7{\cdot}5)\ (11)$.

Loben. Übereinstimmend mit jenen des *G. cornutus* Dien. Externlobus und erster Laterallobus gleich tief herabreichend.

Vorkommen. Zahl der untersuchten Exemplare. Feuerkogel, wahrscheinlich karnisch-norische Mischfauna 6, coll. Heinrich, 4, Sammlung des Palaeontol. Instituts der Universität Wien (Rastl 1906).

Subgen. **Anatomites** Mojs.

Neben der Bestimmung von Arcesten gehört jene der Anatomiten zu den heikelsten Aufgaben, die an den Triaspalaeontologen gestellt werden. Als Hauptmerkmal gilt das Auftreten und der Verlauf der Paulostome sowie deren Einfluß auf die Berippung. Da zwischen zwei Individuen kaum jemals eine vollständige Übereinstimmung in allen Details besteht, überdies mit zunehmendem Wachstum häufig ein Wechsel in der Ornamentierung verbunden ist, so bereitet eine befriedigende Abgrenzung der Arten außergewöhnliche Schwierigkeiten.

Als ein erschwerendes Moment tritt noch die Form hinzu, in der jene beiden Forscher, die die weitaus größte Zahl von Anatomiten beschrieben haben, E. v. Mojsisovics und Gemmellaro, ihr Material illustriert haben. Wer die prächtigen Abbildungen in der Monographie der Hallstätter Cephalopoden von E. v. Mojsisovics mit den Originalstücken im Museum der Geologischen Reichsanstalt in Wien zu vergleichen Gelegenheit hat, wird in vielen Fällen durch die mangelhafte Erhaltung der letzteren enttäuscht sein, da die Kunst des Zeichners über ihre Mängel allzusehr hinwegzuschmeicheln versucht hat. Während in dieser Monographie die Illustrationen manchmal mehr Details zeigen, als man an den Objekten selbst sieht, leidet die Brauchbarkeit der Publikation Gemmellaros über die Ammoniten der Trias des westlichen Sizilien an dem entgegengesetzten Nachteil. Gerade bei den Anatomiten ist die Wiedergabe vieler Stücke, wie ich mich bei einer Durchsicht der Sammlung im Geologischen Institut der Universität in Palermo im Frühjahr 1911 überzeugen konnte, ungenügend, so daß eine sichere Identifizierung mit alpinen Formen kaum vorgenommen werden kann.

Den Schwierigkeiten, die einer Benutzung der Monographie von E. v. Mojsisovics im Wege stehen, konnte ich durch den Vergleich meines Materials mit den Originalen im Museum der Geologischen Reichsanstalt begegnen. Herr Bergrat Dreger hat mich dabei in liebenswürdigster Weise unterstützt. Dagegen habe ich es vorgezogen, auf Vergleiche mit den Formen aus der Trias Siziliens nur in solchen Fällen näher einzugehen, wenn, wie bei *A. consanguineus*, die enge Verwandtschaft in ganz augenfälliger Weise zutage trat.

In der Aufstellung neuer Spezies habe ich mir eine größere Zurückhaltung auferlegt und mich zu einer solchen nur für vorzüglich erhaltene Exemplare entschlossen. Viele Stücke, deren Bestimmung mir unsicher schien, dürften neuen Arten angehören, von deren Beschreibung und Abbildung ich indessen absehe, da ihre Merkmale sich nicht in hinreichender Weise feststellen lassen. Insbesondere die *Subbullatus*-Schichten des Feuerkogels, aus denen E. v. Mojsisovics noch gar keine Vertreter des Subgenus *Anatomites* kannte, dürften außen den hier beschriebenen noch eine nicht geringe Anzahl neuer Arten aus der Gruppe der *A. intermittentes* enthalten.

a) Gruppe der Anatomites scissi.

Anatomites sommerauensis nov. sp.

Taf. II, Fig. 2.

Die vorliegende Art gehört zu den wenigen, die — wie *Anatomites Rothi* v. Mojsisovics (l. c. p. 111, Taf. LXL, Fig. 11) — der Abteilung der *continui* angehören. Allerdings darf die Bedeutung einer Unterbrechung der Skulptur entlang der Medianzone des Externteils bei den Anatomiten nicht allzu hoch eingeschätzt werden, seit Welter in *A. brocchiiformis* (Die obertriad. Ammoniten etc. von Timor, l. c. p. 69, Taf. IX, Fig. 1—7) eine Spezies von *Anatomites* kennen gelehrt hat, die alle Übergangsformen der *continui* zu den *interrupti* aufweist. Mit dieser Art hat auch die unserige einige Ähnlichkeit, doch steht ihre spezifische Selbständigkeit außer Zweifel.

Das Gehäuse des einzigen, in guter Erhaltung mir vorliegenden Exemplars ist von globoser Gestalt, der Querschnitt ebenso breit als hoch. Der Externteil geht allmählich in die flach gewölbten Seitenteile über. Im Umfang des letzten Umganges sind drei Paulostomfurchen vorhanden, von denen die beiden rückwärtigen, nicht aber die vordere durch ungespaltene Rippen geteilt werden. Die Flankenrippen sind schmal und niedrig und zumeist in vierteilige Bündel gruppiert, indem einer Rippenteilung in der unteren Seitenhälfte eine zweite über der Seitenmitte entspricht. Doch kommen in der Umgebung der Paulostomfurchen auch fünfteilige Rippenbündel vor. Die Rippen zeigen eine radiale Anordnung und keine Vorwärtsbiegung in der Marginalregion.

Dimensionen. $D = 30$, $A = 15$, $L = 16$, $U =$ cca 4.

Loben. Nicht bekannt.

Vorkommen. Zahl der untersuchten Exemplare. Sommeraukogel, norische Stufe 1, coll. Heinrich, außerdem noch ein zweites dürftiges Fragment von der gleichen Lokalität.

Anatomites cf. Brocchii v. Mojsisovics.

1893, *Anatomites Brocchii* v. Mojsisovics, Cephal. d. Hallst. Kalke, Abhandl. Geol. Reichstanst. VI 2, p. 104, Taf. XC, Fig. 10.

In der coll. Heinrich aus den *Subbullatus*-Schichten des Feuerkogels befindet sich ein Exemplar dieser bisher nur aus den *Ellipticus*-Schichten der gleichen Lokalität bekannten Art, das sich von dem Originalstück nur durch den etwas weiteren Nabel — 6 *mm* bei einem Durchmesser von 40 *mm* — unterscheidet.

b) Gruppe der Anatomites intermittentes.

Anatomites dimidiatus v. Mojsisovics.

1893, *Juvavites (Anatomites) dimidiatus* v. Mojsisovics, Cephal. d. Hallst. Kalke, Abhandl. Geol. Reichsanst. VI/2, p. 119, Taf. XCIII, Fig. 21.

Von dieser Spezies, die E. v. Mojsisovics nur in einem einzigen Exemplar aus den *Subbullatus*-Schichten des Feuerkogels kannte, sind mir aus der coll. Heinrich von der gleichen Lokalität nunmehr auch größere Stücke bekannt geworden. Eines derselben, das einen Durchmesser von 31 *mm* erreicht, zeigt ebenfalls eine dem mittleren Paulostom vorangehende Kettenrippe, an der nicht weniger als 11 Einzelrippen Anteil nehmen. Wie an dem Arttypus ist auch an diesem Exemplar der Beginn des vorderen Paulostoms an der Nabelwand und im unteren Drittel der Flanken der Beobachtung zugänglich, das rückwärtige Paulostom hingegen durch Gesteinsmasse verdeckt.

Anatomites Konincki v. Mojsisovics.

1893, *Juvavites (Anatomites) Konincki* v. Mojsisovics, Cephal. d. Hallst. Kalke, Abhandl. Geol. Reichsanst. VI/2, p. 123, Taf. XCI, Fig. 11, Taf. XCII, Fig. 2.

E. v. Mojsisovics kannte diese Art nur aus den *Ellipticus*-Schichten des Feuerkogels. Sie geht, wie zwei große Exemplare in der coll. Heinrich beweisen, an der gleichen Lokalität auch in die *Subbullatus*-Schichten hinauf.

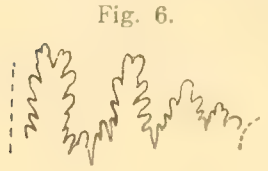
Anatomites Mojsisovicsi nov. sp.

Taf. III, Fig. 7, 8, Textfig. 6.

Diese neue Spezies gehört zu den wenigen Vertretern des Subgenus *Anatomites*, die, wie *A. Guembeli* v. Mojsisovics (l. c. p. 116, Taf. CXCIII, Fig. 11, 15), Merkmale der *Anatomites intermittentes* mit solchen der *Juvavites continui* verbinden. Nicht nur die Paulostomrippen, sondern alle Flankenrippen setzen ohne eine Unterbrechung in der Medianzone über den Externteil hinweg, ja sie schwellen gerade in der Medianzone zu ihrer größten Erhebung an. Die bedeutende Höhe der kantengerundeten Externrippen kann geradezu als das hervorstechendste Merkmal unserer neuen Art bezeichnet werden.

Ein zweites, kaum weniger auffälliges Merkmal ist das Obliterieren der Flankenskulptur auf dem letzten, der Wohnkammer angehörigen Umgang, während die Externskulptur persistiert.

Fig. 6.



Anatomites Mojsisovicsi Dien.
Suturlinie.

Alle in diesen beiden Hauptmerkmalen und in der Hochmündigkeit der Gehäuse übereinstimmenden Formen aus den *Subbullatus*-Schichten des Feuerkogels fasse ich als Formenkreis des *Anatomites Mojsisovicsi* zusammen. In den Details der Berippung weichen die einzelnen Vertreter dieses Formenkreises voneinander vielfach ab, erscheinen mir jedoch durch mannigfache Übergänge zu enge verbunden, als daß es möglich wäre, hier verschiedene Arten auch nur einigermaßen ungezwungen zu errichten.

An einigen mir vorliegenden Stücken ist nur eine Paulostomfurche deutlich ausgeprägt. Sie schneidet eine meist vierteilige Kettenrippe ab, während sonst die Mehrzahl der Rippen nur zweiteilig ist. Sie bildet zugleich die Grenze zwischen zwei Feldern, die ungleichartige Skulpturverhältnisse aufweisen, indem auf dem vor dem Paulostom liegenden Windungsabschnitt die Flankenskulptur sich gegenüber der Externskulptur abzuschwächen beginnt.

Neben dieser echten Paulostomfurche treten bei den meisten Exemplaren noch eine oder mehrere Furchen auf, die nicht als typische Paulostomfurchen angesprochen werden können, da sie die vorangehenden Rippenbündel nicht in schräger Richtung abschneiden, sondern wie normale Interkostalfurchen zwischen den Rippen eingesenkt sind, allerdings den übrigen Interkostalfurchen gegenüber durch größere Breite oder Tiefe auffallen. Derartige Interkostalfurchen von verschiedener Stärke, die gleichwohl meiner

Ansicht nach nicht als echte Paulostomfurchen angesehen werden dürfen, besitzt zum Beispiel auch *Juvavites inflatus* Gemmellaro (Cefal. Trias super. reg. occident. della Sicilia, Palermo, 1914, p. 211, Tav. V, fig. 19, 20), den ich daher, in Übereinstimmung mit O. Welter, zu *Juvavites s. s.*, nicht zu *Anatomites* stelle. Tiefe Interkostalfurchen, die zur Verwechslung mit Paulostomfurchen Anlaß geben können, treten insbesondere eine halbe Windung vor und in kürzerer Entfernung — ein Viertel oder ein Fünftel des Umganges — hinter der echten Paulostomfurche auf.

Nur an einem Stück, das ich zunächst als eine Varietät unserer Art auffassen möchte, folgen zwei echte Paulostomfurchen am Ende des ersten Viertels der Schlußwindung fast unmittelbar hintereinander. Jede derselben schneidet eine Kettenrippe ab, die aus je vier Einzelrippen besteht. Sonst liegt in dem Feld zwischen den beiden Paulostomen nur noch eine zweiteilige Hauptrippe unmittelbar vor der ersten Paulostomfurche.

Bei einer so engen Artfassung, wie sie E. v. Mojsisovics und Gemmellaro bei *Anatomites* in Anwendung gebracht haben, wären in diesem Merkmal hinreichende Grundlagen für die Aufstellung einer neuen Spezies für das auf Taf. III, Fig. 8, abgebildete Exemplar gegeben. Ich bin jedoch der Meinung, daß eine so strenge Bewertung der als periodische Wachstumsunterbrechungen zu deutenden Paulostomfurchen unangebracht sei und daß mit Rücksicht auf die Übereinstimmung in den übrigen Merkmalen, das hier beschriebene Exemplar bei *A. Mojsisovicsi* als Varietät belassen werden kann.

Dimensionen. $D = 55$ (62), $A = 29$ (33), $A' = 14$ (19), $L = 21$ (26), $U = 5$ (6).

Loben. Verhältnismäßig reich zerschlitzt, ähnlich jenen des *Juvavites Emmrichi* Gemmellaro (l. c. p. 182, Tav. XIII, fig. 9). Loben breiter als die schlanken Sättel, mit kräftigen Zacken versehen, unter denen der mittelständige am tiefsten herabreicht. Externsattel zweigipfelig. Lateralelemente die Auxiliarelemente an Größe weit übertreffend.

Vorkommen. Zahl der untersuchten Exemplare. Feuerkogel, *Subbullatus*-Schichten 12, coll. Heinrich.

Anatomites Haasii nov. sp.

Taf. IV, Fig. 6.

In die gleiche Gruppe wie *Anatomites Mojsisovicsi* gehört eine kleine Art, die ebenfalls hohe, ununterbrochene Externrippen und ein Auslöschen der Flankenskulptur auf der vorderen Hälfte der Schlußwindung zeigt. Von *A. Mojsisovicsi* unterscheidet sie sich durch die Beschaffenheit ihrer Paulostomfurchen.

Das vordere Paulostom scheidet zwei Felder mit verschiedenem Charakter der Oberflächenskulptur. Das eine Feld, dem die ganze vordere Hälfte der Schlußwindung angehört, weist jenseits der die Paulostomfurche begrenzenden breiten Rippe glatte Flanken und erst in der Marginalregion kurze, stark nach vorwärts gerichtete Rippenstummel auf, die sich zu breiten, hohen Externrippen zusammenschließen. Hinter der Paulostomfurche folgt eine elfteilige Kettenrippe, hierauf mehrere zweiteilige und einfache Rippen, die ebenso wie die erwähnte Kettenrippe zart sind. Ein zweites knapp am Beginn des letzten Umganges gelegenes Paulostom schließt ein vorangehendes Feld mit verstärkter Externskulptur von ähnlicher Art ab, wie man es an *Anatomites Mauritii* v. Mojsisovics (l. c. p. 113, Taf. XCI, Fig. 10) beobachtet.

Dimensionen. $D = 36$, $A = 21$, $L = 17{\cdot}5$, $U = 3$.

Loben. Nicht bekannt.

Vorkommen. Zahl der untersuchten Exemplare. Feuerkogel, *Subbullatus*-Schichten 1, coll. Heinrich.

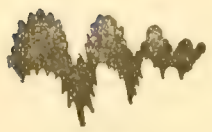
Anatomites leiostracus nov. sp.

Taf. IV, Fig. 4, 5, Textfig. 7.

An dem in Fig. 4 abgebildeten Originalstück dieser Art gehören drei Viertel des letzten Umganges der Wohnkammer an, doch entbehrt bereits der ganze letzte Umgang jeder Flankenskulptur. Nur auf dem Externteil machen sich breite, flache Faltrippen bemerkbar, die ohne eine Unterbrechung halbmondförmig über denselben hinwegziehen.

In der äußeren Erscheinung besteht eine sehr große Ähnlichkeit mit dem von E. v. Mojsisovics auf Taf. CXCV, Fig. 13, des zweiten Teiles seiner Monographie der Hallstätter Cephalopoden abgebildeten Wohnkammerexemplar des *Anatomites Sigismundi* aus den *Ellipticus*-Schichten des Feuerkogels. Doch entbehrt einerseits *A. Sigismundi* der Externrippen, *A. leiostracus* anderseits der Marginalknoten. Auch ist der Externteil bei unserer neuen Art breiter gerundet. Der Mangel einer ausgeprägten Ornamentierung ist ein so auffallendes Merkmal der letzteren, daß eine Verwechslung der Stücke mit *Placites* Mojs. naheliegen könnte, wenn nicht die Beschaffenheit der Suturlinie eine solche ausschließen würde.

Fig. 7.



Anatomites lecistracus Dien. Suturlinie des auf Taf. IV, Fig. 4, abgebildeten Exemplars.

Daß unsere Spezies nichts mit *A. Sigismundi* zu tun hat, sondern in die Verwandtschaft des *A. Mojsisovicsi* gehört, lehrt die Beobachtung des in Fig. 5 abgebildeten inneren Kernes, der aus einem Exemplar herauspräpariert wurde, das dem oben beschriebenen Arttypus an Größe wenig nachstand. Er zeigt die für den Formenkreis des *A. Mojsisovicsi* charakteristischen Rippenstummel der Marginalregion, die sich auffallend stark gegen den Externteil nach vorwärts biegen. Einzelne dieser Rippenstummel laufen bereits in zarte Flankenrippen aus. Eine Paulostomfurche ist am Beginn des Windungsbruchstückes bei einer Seitenhöhe von 14 *mm* angedeutet.

Dimensionen. $D = 63$, $A = 35$, $A' = 18$, $L = 22$, $U = 3$.

Loben. Schon die Skulpturunterschiede und die Enge des Nabels gestatten nicht, *Anatomites leiostracus* in den Formenkreis des *A. Mojsisovicsi* direkt einzubeziehen und als eine Varietät dieser sehr variablen Spezies zu betrachten. Ein absolutes Hindernis für eine solche Vereinigung bildet jedoch die Beschaffenheit der Suturlinie, die viel einfacher als bei *A. Mojsisovicsi* gebaut ist. Auch sind die brachyphyllen Sättel viel plumper und massiger. Am nächsten steht die Suturlinie jener des *A. consanguineus* Gemmellaro (Cefal. Trias sup. reg. occ. della Sicilia, 1904, p. 218, Tav. XX, fig. 9—11), der indessen sonst für verwandtschaftliche Beziehungen mit unserer Art keinesfalls in Betracht kommt.

Vorkommen. Zahl der untersuchten Exemplare. Feuerkogel, *Subbullatus*-Schichten 2, coll. Heinrich.

Anatomites Imeldae nov. sp.

Taf. II, Fig. 3.

Auch diese kleine Art gehört jener Gruppe der *Anatomites intermittentes* an, die deren Merkmale mit solchen der *Juvavites continui* verbindet, indem die sehr dicht gedrängten zarten Rippen ununterbrochen über den Externteil hinwegsetzen. Zu *Anatomites Guembeli* v. Mojsisovics (l. c., p. 116, Taf. LXXXXIII, Fig. 11, 15), der einzigen von E. v. Mojsisovics beschriebenen Spezies aus dieser Gruppe, bestehen keinerlei nähere Beziehungen. Querschnittsverhältnisse und Skulptur sind bei beiden Arten durchaus verschieden.

Das zierliche Gehäuse, das ein vollständig erhaltenes Wohnkammerexemplar repräsentiert, besitzt einen ovalen Querschnitt mit regelmäßig gewölbtem Externteil. Der Mundrand ist nur in der Nabelregion ein wenig beschädigt, so daß sein Verlauf hier nicht mit Sicherheit ermittelt werden konnte. Im Bereich der Flanken ist er radial gerichtet, biegt sich in der Marginalregion nach vorwärts und bildet auf dem Externteil einen mäßig stark nach vorwärts gezogenen Lappen.

Es ist nur eine einzige, nicht sehr tiefe Paulostomfurche nahe der Grenze der beiden Hälften der Schlußwindung vorhanden. Sie schneidet eine hinter ihr liegende, vierteilige Kettenrippe schräg ab. In

ihrem Vorfeld sind die meisten der zahlreichen zarten Rippen einfach, erst in der Nähe des Peristoms stellen sich einige zwei- und dreifach geteilte Bündelrippen ein. Dagegen tritt sonst allenthalben in den Interkostalräumen zwischen je zwei Hauptrippen eine kurze Schaltrippe auf, die nur bis zur halben Seitenhöhe herabreicht. Hinter der Kettenrippe, die von der Paulostomfurche abgeschnitten wird, stehen wieder einige zwei- und dreiteilige Bündelrippen, so daß sich der gleiche Skulpturtypus in den beiden Feldern, die durch die Paulostomfurche getrennt werden, fast genau wiederholt.

Dimensionen. $D = 19$, $A = 11$, $L = 9$, $U = 1{\cdot}5$.

Loben. Nicht bekannt.

Vorkommen. Zahl der untersuchten Exemplare. Feuerkogel, Julische Unterstufe 1, coll. Heinrich.

Anatomites Folgneri nov. sp.

Taf. I, Fig. 8, V. Fig. 2.

Diese Art gehört zu den hochmündigsten des Subgenus. Die größte Breite des Querschnittes, die schon bei Exemplaren von 25 *mm* Durchmesser hinter der Windungshöhe zurückbleibt, fällt in die Nabelregion.

Die Skulptur besteht aus zahlreichen, dicht gedrängt stehenden, gerundeten Rippen, die sich zumeist oberhalb der Seitenmitte spalten. Gelegentlich vereinigen sich zwei Hauptrippen in der Nähe des Nabelrandes. Die Zahl der Externrippen ist im allgemeinen doppelt so groß als in der unteren Hälfte der Seitenteile. In der Mitte des Externteiles bleibt eine glatte, rippenfreie Zone. In vorgeschrittenen Wachstumsstadien werden die Rippen faltig oder streifig und erlöschen endlich ganz. Fragmente der Wohnkammer, die zu dem in Fig. 8 auf Taf. II abgebildeten Stück gehören, bei dem höchstens das vordere Drittel bereits der Wohnkammer zufällt, zeigen eine vollkommen glatte Schalenoberfläche.

Gestalt und Rippenskulptur unserer Art könnten an enge Beziehungen zu *Anatomites laevicostatus* v. Mojsisovics l. c., p. 128, Taf. XCII, Fig. 4) oder *A. tenuicomptus* v. Mojsisovics (l. c. p. 129, Taf. XCII, Fig. 12) denken lassen, wenn nicht das Auftreten einer echten Paulostomfurche bei *A. Folgneri* einer solchen Meinung entgegenstehen würde. Bei *A. laevicostatus* sind zwei Paulostome durch das Auftreten kontinuierlicher Externrippen eben noch angedeutet. Bei *A. tenuicomptus* fehlt jede Andeutung von Paulostomen überhaupt, so daß mit Recht die Frage aufgeworfen werden kann, ob diese Art nicht besser bei *Juvavites s. s.* als bei *Anatomites* ihren Platz zu finden hätte. An den beiden abgebildeten Exemplaren des *A. Folgneri* hingegen ist eine allerdings nicht besonders auffallende Paulostomfurche am Ende des ersten Drittels der Schlußwindung entwickelt. Sie ist kaum breiter oder tiefer als die übrigen Interkostalräume, schneidet aber eine Kettenrippe des Hinterfeldes ab. Diese Kettenrippe besteht aus drei Einzelrippen, von denen mindestens zwei selbst wieder eine Spaltung in der oberen Seitenhälfte erfahren.

Dimensionen. $A = 61$, $A = 36$, $A' = 22$, $L = 23$, $U = 4$.

Loben. Im Detail nicht bekannt. So weit sie der Beobachtung zugänglich sind, stimmen sie mit jenen des *A. leiostracus* überein.

Vorkommen. Zahl der untersuchten Exemplare. Feuerkogel, *Subbullatus*-Schichten 2, coll. Heinrich.

Anatomites nov. sp. ind. aff. Fischeri Mojs.

Taf. V, Fig. 3.

Das vorliegende, mit einem Teile der Wohnkammer versehene Stück erinnert in seiner Gestalt und Skulptur am meisten an *Anatomites Fischeri* v. Mojsisovics (l. c., p. 124, Taf. LXLII, Fig. 4, 5, CXXIX. Fig. 21) aus den Ellipticus-Schichten des Feuerkogels. Namentlich die auf Taf. CXXIX abge-

bildete Varietät, der unser Stück auch in seinen Dimensionen gleichkommt, fordert zu einem näheren Vergleich heraus.

Wie bei *A. Fischeri* zählt man drei Paulostomfurchen auf der Schlußwindung. Hinter jeder Furche beobachtet man eine kettenförmige Bündelung der Rippen, deren Zahl 6—7 gegenüber 8—10 bei *A. Fischeri* beträgt. Auch an ihnen macht sich die auffällige Breite des faltigen Stammes bemerkbar. Die übrigen Rippen sind meist zwei- und dreiteilig. Da gelegentlich auch marginale Schaltrippen auftreten, so ist die Zahl der Rippen in der Marginalzone mehr als doppelt so groß als in der Umbilikalregion.

Die Lateralskulptur obliteriert nicht, wie bei *A. Fischeri*, auf der Wohnkammer in der unteren Seitenhälfte, sondern schwächt sich nur wenig ab. Auch ist der Unterschied in der Stärke der Berippung zu beiden Seiten einer Paulostomfurche nicht so ausgeprägt wie bei *A. Fischeri*.

Soweit die Rippen auf dem Externteil der Beobachtung zugänglich erscheinen, sind sie durch eine glatte Medianzone unterbrochen. Leider ist der Externteil gerade an jenen Stellen, wo sich die Paulostomfurchen einschneiden, beschädigt, so daß über die Beschaffenheit der denselben übersetzenden Paulostomrippen nichts mitgeteilt werden kann.

Die Rippen weisen eine leichte sichelförmige Beugung auf, so daß die Tracht der Berippung von jener des *A. Fischeri* wenig abweicht.

Dimensionen. $D = 45$, $A = 23 \cdot 5$, $L = 25$, $U = 6$.

Loben. Im Detail nicht bekannt. Ähnlich jenen des *A. Fischeri*. Sättel brachyphyll gekerbt.

Vorkommen. Zahl der untersuchten Exemplare. Feuerkogel, *Subbullatus*-Schichten 1, coll. Heinrich.

Anatomites sp. ind. aff. consanguineo Gemm.

Taf. IV, Fig. 7.

Ich habe das kleine, jedenfalls schon einen beträchtlichen Teil der Wohnkammer besitzende Stück hier zur Beschreibung und Abbildung gebracht, weil es mir enge Beziehungen zu einer sizilianischen Form, *Anatomites consanguineus* Gemmellaro (Cefal. Trias sup. reg. occ. d. Sicilia, 1904, p. 218, Tav. XX, Fig. 9—11) aufzuweisen scheint. Es ist allerdings weniger hochmündig als *A. consanguineus* aus den *Subbullatus*-Schichten von Modanesi, schließt sich ihm aber in der Beschaffenheit der Skulptur nahe an.

Zwei tiefe, halbmondförmig gekrümmte Paulostomfurchen teilen in gleichen Abständen, wie bei *A. consanguineus*, die Oberfläche des Gehäuses in drei Felder. Auf dem vorderen Feld erlischt die Flankenskulptur nahezu vollständig, die beiden übrigen sind mit dichtgedrängten, zarten Bündelrippen bedeckt, deren vorderste als Kettenrippe entwickelt, von der Paulostomfurche abgeschnitten wird. Die Elemente dieser Kettenrippe sind breiter angelegt und kräftiger entwickelt als die übrigen Rippen. Ihre Zahl beträgt sieben bis acht. Nach der Zeichnung bei Gemmellaro möchte man annehmen, daß bei *A. consanguineus* eine größere Zahl — mindestens zwölf — sich an der Zusammensetzung der Kettenrippe beteiligt, doch lehrt der Text (p. 128), daß die Kettenrippe auch bei dieser Art nur aus vier dichotomierenden Einzelrippen, wie bei unserer Spezies, besteht.

Auf der Externseite sind die Rippen mit Ausnahme derjenigen in der Umgebung der Paulostomfurche durch eine schwache, glatte Medianzone unterbrochen.

Dimensionen. $D = 27$, $A = 15$, $L = 16$, $U = 3$.

Loben. Nicht bekannt.

Vorkommen. Zahl der untersuchten Exemplare. Feuerkogel, *Subbullatus*-Schichten 1, coll. Heinrich.

Anatomites cf. laevicostatus Mojs.

1893 *Juvavites (Anatomites) laevicostatus* v. Mojsisovics, Cephal. Hallst. Kalke, Abhandl. Geol. Reichsanst. VI 2, p. 128, Taf. XCIII, Fig. 4.

In der Sammlung Kittl's liegt mir ein Anatomit aus den Schichten mit *Thisbites Agricolae* am Millibrunnkogel vor, dessen Erhaltungszustand zwar keine ganz sichere Bestimmung zuläßt, der aber doch mit großer Wahrscheinlichkeit dieser bisher nur aus den *Subbullatus*-Schichten des Vordersandling bekannten Art anzuschließen sein dürfte.

Anatomites Stolleyi nov. sp.

Taf. V, Fig. 2.

Diese neue Art gehört jener Gruppe von Anatomiten an, die am Ende der Wohnkammer erwachsener Exemplare Marginalknoten anlegen. Das einzige mir vorliegende Exemplar, das unsere Spezies in der coll. Heinrich repräsentiert, ist mit seinem unverletzten Mundrand erhalten. Da die letzte Suturlinie mit der Paulostomfurche zusammenfällt, gehören nur drei Viertel der Schlußwindung der Wohnkammer an. Ich habe bereits an anderer Stelle[1] auf die Veränderlichkeit der Wohnkammerlänge bei *Anatomites* hingewiesen. Unsere neue Art schließt sich in Bezug auf dieses Merkmal an *Anatomites sp. ind. aff. Caroli* Welter und *A. Mariani* Gemm. an.

Der Verlauf des Mundrandes gleicht jenem bei *Anatomites sp. ind. aff. Caroli* Welter (Die obertriad. Ammoniten etc. von Timor, l. c., p. 70, Taf. VIII, Fig. 21) und *A. Vorstmanni* Welter (l. c. p. 79 Taf. IX, Fig. 17—19). Er zieht vom Nabelrande in radialer Richtung aber mit einer leichten Ausbiegung und zwei schwachen Einbuchtungen zur Marginalzone und springt auf dem Externteil in einem gerundeten Lappen vor. Eine Kontraktion des Gehäuses findet in der Umgebung des Peristoms nicht statt.

Das Gehäuse ist komprimiert, die Schlußwindung höher als breit, der Externteil am Beginn derselben gerundet, im vorderen Drittel abgeflacht und gegen die Seitenteile scharf abgesetzt. Der Nabel ist sehr eng.

Eine breite und tiefe Paulostomfurche zieht am Ende des ersten Viertels der Schlußwindung halbmondförmig über die Oberfläche der Schale. Das Feld hinter derselben ist mit breiten, flach gerundeten Rippen bedeckt, die durch schmale Interkostalfurchen getrennt werden. Das Paulostom ist nach vorne mit einer ungespaltenen, nach rückwärts mit einer Kettenrippe abgeschlossen, die aus sechs Teilrippen besteht. Auf dem vor dem Paulostom liegenden, der Wohnkammer angehörigen Teil der Schlußwindung verlaufen nur wenige, sigmoid geschwungene Rippen über die ganze Flanke, während eine größere Zahl zarter Rippen oder Falten auf die Marginal- und Externregion beschränkt ist.

Drei Hauptrippen schwellen in der Marginalzone zu radial gestellten, ohrförmigen Knoten an, die je zwei bis vier Spaltungsrippen auf dem Externteil zusammenfassen. Die Externrippen alternieren nicht. Im Bereich der Wohnkammer scheinen sie — wenigstens in der Mehrzahl — den Externteil ununterbrochen zu überschreiten. Auf dem gekammerten Windungsstück weisen sie eine seichte Depression entlang der Medianlinie des Externteils auf.

Welter hat Formen wie die vorliegende, die erst auf der Wohnkammer Marginalknoten entwickeln, nicht in sein Subgenus *Molengraaffites* einbezogen, sondern bei *Anatomites* belassen. Ich stimme ihm in dieser Auffassung bei und möchte noch betonen, daß die Knoten als bloße Anschwellungen der Rippen bei unserer Art, ebenso wie bei *Anatomites fulminaris* Dittm., *A. elegans* Gemm., *A. formosus* Gemm., *A. Bukowskii* Gemm und *A. Timaei* Gemm., ein anders geartetes und weniger selbständiges Skulpturelement als bei typischen Vertretern der Untergattungen *Griesbachites (G. Medleyanus* Stol., *G. cornutus* Dien.) und *Molengraaffites* (*M. crassus,* Welt., *M. carinatus* Welt.) darstellen, deren Marginalknoten nicht radial sondern spiral verlängert erscheinen, sich somit nicht in der Richtung der Rippen, vielmehr quer auf diese entwickeln.

[1] C. Diener: Untersuchungen über die Wohnkammerlänge als Grundlage einer natürlichen Systematik der Ammoniten. Sitzungsber. Akad. d. Wissensch. Wien, math. nat. Kl. CXXV. 1916, p. 297.

Dimensionen. $D = 68$, $A = 36$, $A' = 21$. $L = 27$, $U = 3{\cdot}5$.

Loben. Nur der zweite Lateralsatel (brachyphyll gekerbt) und die Auxiliarelemente sind der Beobachtung zugänglich.

Vorkommen. Zahl der untersuchten Exemplare. Feuerkogel *Subbullatus*-Schichten 1, coll. Heinrich.

Anatomites Jaworskii nov. sp.

Taf. V, Fig. 4,

? Juvavites (Anatomites) nov. f. ind. v. Mojsisovics, Cephal. Hallst. Kalke, Abhandl. Geol. Reichsanst. VI 2, 1893. p. 126, Taf. LXLI, Fig. 2.

Diese in ihren Querschnittsverhältnissen an *Anatomites Edgari* v. Mojsisovics (l. c. p. 125, Taf. LXLII, Fig. 13, 14) erinnernde Form ist durch breitere, weniger hohe Rippen, und eine sehr ungleichmäßige Verteilung der Paulostomfurchen charakterisiert.

An dem abgebildeten Stück, das ich als Arttypus ansehe, sind in der ersten Hälfte der Schlußwindung zwei Paulostomfurchen vorhanden, die aus drei bis vier Einzelrippen bestehend, Kettenrippen abschneiden. Die Paulostomrippen passieren den Externteil ohne Unterbrechung, während die übrigen teils entlang der Medinalinie abgeschwächt, teils — insbesondere in der vorderen Hälfte der Schlußwindung — durch eine schmale, glatte Zone unterbrochen sind. Dichotomierende Rippen herrschen in der Skulptur weitaus vor. Die Berippung schwächt sich gegen die Wohnkammer zu allmählich ab und tritt im letzten Viertel der Schlußwindung so stark zurück, daß nur noch die flachen Externrippen angedeutet erscheinen. An der Grenze des dritten und letzten Viertels der Schlußwindung beobachtet man nochmals eine tiefere Interkostalfurche, die zwar keine Kettenbündel abschneidet, aber insofern als Paulostomfurche angesprochen werden könnte, als die sie begleitenden Rippen den Externteil ohne Unterbrechung überschreiten.

Die Rippen weichen von der radialen Richtung nur in der Marginalregion ein wenig ab. Auch der Verlauf der Paulostomfurchen bildet mit jenem der Kettenrippen nur einen sehr spitzen Winkel.

Ein Vergleich unserer Stücke mit dem Original der von E. v. Mojsisovics als *Anatomites nov. f. ind.* bezeichneten Form aus den julischen Schichten mit *Trachyceras austriacum* am Feuerkogel macht mir deren Identität in hohem Maße wahrscheinlich.

Das Original zu der Beschreibung von E. v. Mojsisovics ist viel schlechter erhalten, als es die Illustration vermuten läßt. Ich wage es daher auch nicht, eine Identifizierung desselben mit *A. Jaworskii* ohne eine Einschränkung vorzunehmen.

O. Welter (Die obertriad. Ammoniten u. Naut. v. Timor, l. c. p. 73) hat diese von F. v. Mojsisovics unbenannt gelassene Art vom Feuerkogel in seinen Formenkreis des *Anatomites Ducetii* Gemmellaro (Cefal. del Trias sup. della regione occident. della Sicilia, 1904, p. 202, Tav. XX, Fig. 1, 2) einbezogen. Ich kann mich dieser Auffassung nicht anschließen. Aus Gemmellaros Beschreibung ergibt sich, daß *A. Ducetii* nur eine Paulostomfurche besitzt und daß die Rippen in der Marginalregion stark vorwärts gebogen sind. Um die julische Form und eventuell auch unsere neue Art in den Kreis des *A. Ducetii* einzuschließen, müßte man jedenfalls eine viel weitere Fassung der Spezies sich zu eigen machen, als sie sonst bei den Juvaviten üblich ist und insbesondere von E. v. Mojsisovics und Gemmellaro selbst in Anwendung gebracht worden ist.

Dimensionen. $D = 54$, $A = 31$, $A' = 16$, $L = 27$, $U = 6$.

Loben. Nicht bekannt. E. v. Mojsisovics bezeichnet sie an dem Original seiner *f. ind.* als »ähnlich jenen des *Anatomites Koninckii*«, doch sind nur einzelne Suturelemente der Beobachtung zugänglich.

Vorkommen. Zahl der untersuchten Exemplare. Feuerkogel, *Subbullatus*-Schichten 3, coll. Heinrich.

Subgen. **Dimorphites** Mojs.

Dimorphites selectus v. Mojsisovics.

1893 *Juvavites (Dimorphites) selectus* v. Mojsisovics, Cephal. d. Hallst. Kalke, Abhandl. Geol. Reichsanst. VI/2. p. 145, Taf. CXXVII, Fig. 1—9.

Diese Spezies, die den Typus des Subgenus *Dimorphites* darstellt, ist am Feuerkogel eines der häufigsten Faunenelemente der Schichten mit *Trachyceras austriacum*, während sie von anderen Lokalitäten bisher nicht bekannt war. In Kittls Aufsammlungen hat sie sich mit der Fundortsangabe: »Millibrunnkogel, Linse mit *Thisbites Agricolae*« gefunden. Sie scheint demnach aus der julischen in die tuvalische Unterstufe aufzusteigen.

Dimorphites montis ignei nov. sp.

Taf. 1, Fig. 6, 7.

Diese schöne Art, die größte unter den bisher bekannten Vertretern des Subgenus *Dimorphites*, schließt sich an dessen Typus, *D. selectus* Mojs., sehr nahe an.

Das größere meiner beiden Exemplare, dessen Schlußwindung bereits der Wohnkammer angehört, unterscheidet sich von erwachsenen Individuen des *D. selectus* durch geringere Hochmündigkeit, größere Breite des Externteils und stärkere Skulptur. Während in der Anordnung der Sichelrippen auf den Flanken und der weniger scharf abgesetzten Externseite vollständige Übereinstimmung mit *D. selectus* besteht, sind die Rippen selbst schärfer, die Interkostalräume dagegen breiter und tiefer als bei der genannten Art.

Diese Unterschiede treten an Jugendexemplaren noch viel auffälliger hervor. An dem in Fig. 7 zur Abbildung gebrachten inneren Kern eines größeren Exemplars unserer neuen Spezies ist der Externteil noch erheblich breiter angelegt und die Berippung weit kräftiger entwickelt als an gleich großen Stücken des *D. selectus*.

Obwohl *Dimorphites selectus* aus der julischen und *D. montis ignei* aus der tuvalischen Unterstufe in engen verwandtschaftlichen Beziehungen zueinander stehen, kann daher von einer Identifizierung beider Formen keine Rede sein.

Dimensionen. $D = 68$ (32), $A = 39$ (18), $A' = 29$ (12), $L = 24$ (13·5), $U = 3$ (3).

Loben. Die Suturlinie scheint, so weit sie einer Beobachtung überhaupt zugänglich ist, mit jener des *D. selectus* übereinzustimmen.

Vorkommen. Zahl der untersuchten Exemplare. Feuerkogel, *Subbullatus*-Schichten 2, coll. Heinrich.

Subgen. **Malayites** Welter.

1914 *Malayites* Welter, Obertriad. Ammoniten u. Naut. v. Timor, Wanners Palaeontol. v. Timor, I. Liefg. p. 83.

Unter diesem Namen faßt Welter eine Anzahl von Formen aus der indonesischen Obertrias zusammen, die »eine Längsskulptur wie die Sageniten besitzen, im übrigen aber den Charakter von Juvaviten aufweisen, welcher besonders in der Lobenlinie, der Nabelöffnung und der Berippung begründet ist.« Er reiht sie an *Juvavites* an, weil sie — abgesehen von der Längsstreifung — dieser Gattung, beziehungsweise dem Subgenus *Griesbachites* am ähnlichsten sehen, wofern sich eine Entwicklung von Marginalknoten, wie bei *Malayites geniculatus* einstellt. Er läßt jedoch die Frage offen, ob die neue Gattung an *Juvavites* im Sinne von E. v. Mojsisovics angeschlossen werden dürfe, da ihm an keinem einzigen Exemplar die Wohnkammer bekannt geworden sei.

Die Diagnose Welters paßt vorzüglich auf drei alpine Arten aus der karnisch-norischen Mischfauna des Feuerkogels. Ja, eine derselben steht dem *Malayites geniculatus elegans* aus Timor so nahe, daß man bei vollständiger Erhaltung der timoresischen Spezies sogar eine Identifizierung in Erwägung ziehen könnte. Alle drei Arten zeigen auf den inneren Windungen die Gehäuseform und die Skulptur-

merkmale der *Juvavites continui.* Ein Unterschied besteht lediglich in dem Auftreten sehr zahlreicher, feiner Spirallinien, die ziemlich gleichmäßig über die ganze Oberfläche der Schale verteilt, aber ausschließlich auf diese beschränkt sind, da sie auf den Steinkernen niemals hervortreten. Auch in der Wohnkammerlänge schließt sich die eine der drei alpinen Arten an *Juvavites* an, da mindestens drei Viertel der Schlußwindung der Wohnkammer zufallen.

Die Zerschlitzung der Suturlinie ist wohl stärker als bei der Mehrzahl der alpinen und indonesischen Juvaviten, doch finden sich auch unter den letzteren einige Arten, bei denen die phylloide Zerschlitzung fast ebenso tief in die Sattelstämme eingreift, zum Beispiel *Juvavites Verbeeki* Welter. Die Zahl der Suturelemente spricht entschieden für nähere Beziehungen zu *Juvavites* als zu *Sageniles*, mit dem durch das Auftreten der Spiralskulptur eine äußere Ähnlichkeit entsteht. Wenn man in Betracht zieht, daß selbst bei den normaler Weise mit Spiralskulptur versehenen Gattungen eine solche gelegentlich fehlt (*Psilocladiscites* Mojs., *Sageniles Ransonneti* Mojs.), daß anderseits bei einzelnen Arten solcher Gattungen, die einer Spiralskulptur ermangeln, feine Längslinien auftreten (*Anatomites Bacchus* Mojs.) daß endlich bei manchen Gattungen Formen mit und ohne Spiralstreifung nebeneinander vorkommen (*Tropites*), so wird man dem Auftreten einer Längsskulptur den übrigen Merkmalen gegenüber wohl nur eine subgenerische Bedeutung beimessen dürfen.

Ich ziehe es daher vor, *Malayites* nicht als eine selbständige Gattung zu betrachten, die etwa zwischen *Juvavites* und *Sagenites* eingeschoben werden könnte, sondern als ein Subgenus an *Juvavites* Mojs. anzugliedern. Im Sinne von Welter beschränke ich den Namen auf Juvaviten, beziehungsweise Griesbachiten mit einer zarten Spiralskulptur der Schale.

In der alpinen Trias war *Malayites* bisher unbekannt. Doch glaube ich, daß *Sagenites Alessii* Gemmellaro (Cefal. Trias sup. reg. occ. d. Sicilia, 1904, p. 139, Tav. XXII, fig. 3, 4) aus der karnischen Stufe von Modanesi zu diesem Subgenus gestellt werden muß, da er die typische Flankenskulptur eines *Juvavites* aus der Gruppe der *continui* in vorgerückten Wachstumsstadien jene eines *Griesbachites* mit einer zarten Spiralskulptur vereinigt. Zwischen *Malayites Alessii* und einer unserer alpinen Arten besteht übrigens keine nähere Verwandtschaft.

Malayites styriacus nov. sp.

Taf. VI, Fig. 1, 2, Textfig. 8.

Das in Fig. 1 abgebildete Stück, das den Arttypus repräsentiert, erinnert in seiner äußeren Erscheinung in auffallender Weise an *Malayites geniculatus elegans* in der Abbildung Welters (l. c., Taf. XII, Fig. 18, 21). Die Schlußwindung zeigt eine weitgehende Übereinstimmung mit der indonesischen Spezies in den Querschnittsverhältnissen und in der Skulptur.

Die Ornamentierung besteht zumeist aus dichotomierenden Lateralrippen von ungleicher Stärke, zwischen denen sich häufig Marginalrippen einschalten. Sie verlaufen annähernd radial und sind erst in der Marginalzone nach vorwärts gebogen. Am Beginn der Schlußwindung treten überwiegend einfache, kräftige Rippen auf, die mit zunehmender Stärke den halbbogenförmig gerundeten Externteil ohne Unterbrechung passieren. Auf einzelnen Rippen treten in der vorderen Hälfte der Schlußwindung Marginalknoten auf, deren man an dem abgebildeten Stück vier innerhalb des letzten Quadranten zählt. Außerdem macht sich auf der Schale soweit dieselbe erhalten ist, eine feine Längsstreifung bemerkbar.

Fig. 8.

Malayites styriacus Dien. Suturlinie.

Leider sind innere Kerne von *M. geniculatus elegans* nicht bekannt. An dem Stück, das Welter seiner Beschreibung zugrunde legt, ist selbst die erste Hälfte der Schlußwindung nicht erhalten. Es bleibt daher die für eine Identifizierung der alpinen und der timoresischen Art maßgebende Frage unbeantwortet, ob die inneren Umgänge der letzteren ebenso kräftig berippt waren und die Skulptur der *Juvavites continui* so deutlich gezeigt

haben, wie *Malayites styriacus*. An dem inneren Kern von 40 *mm* Durchmesser, dessen Vorderansicht in Fig. 2 zur Darstellung gebracht ist, wechseln einfache und zweiteilige Rippen, deren Gabelung zumeist schon im unteren Drittel der Flanken stattfindet. Auch an ihm ist die feine Längsstreifung erhalten. Die Berippung ist viel kräftiger als auf der Schlußwindung des großen Wohnkammerexemplars, auf der bereits die Marginalknoten sich einstellen.

Dimensionen. $D = 88$, $A = 48$, $A' = 27 \cdot 5$, $L = 41$, $U = 8 \cdot 5$.

Loben. Außer dem Medianhöcker sind vier gut ausgebildete Sättel außerhalb des Nabelrandes entwickelt. In der Kerbung der Sättel stimmt unsere Art besser mit *Mal. informis* Welt., *M. crassiplicatus* Welt. und *M. indomalayicus* Welt. als mit *M. geniculatus elegans* überein, bei dem die Zerschlitzung viel tiefer in die Sattelstämme hineinreicht. Doch ist zu bedenken, daß die in Textfig. 8 illustrierte Suturlinie unserer Spezies einem Exemplar entstammt, dessen Windungshöhe nur 28 *mm* beträgt. In der Anordnung der Suturelemente herrscht Übereinstimmung mit den oben aufgezählten timoresischen Vertretern des Subgenus *Malayites*. Alle Lateralloben enden mit mittelständigen Spitzen. Der erste Laterallobus reicht nur wenig tiefer herab als der Externlobus, der durch einen hohen, mit einem einzigen Seitenzacken versehenen Medianhöcker geteilt wird.

An dem in Fig. 1 abgebildeten großen Exemplar steht die letzte Lobenlinie der Mündung beinahe gegenüber, so daß etwas mehr als die Hälfte des letzten erhaltenen Umganges bereits der Wohnkammer angehört. Da aber Spuren des abgelösten Umganges in der Nabelregion noch über einen weiteren Quadranten der Schlußwindung verfolgt werden können, so mußten mindestens etwas mehr als drei Viertel des letzteren auf die Wohnkammer entfallen, deren volle Länge unbekannt bleibt.

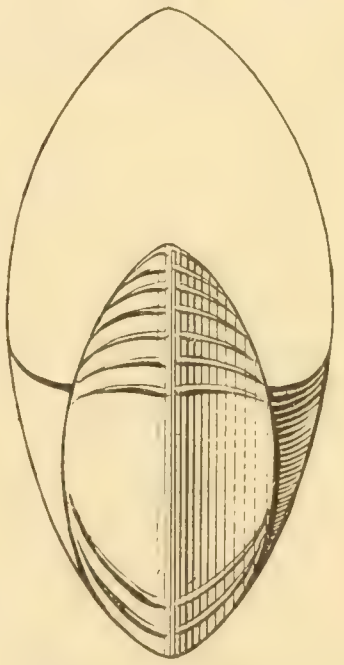
Vorkommen. Zahl der untersuchten Exemplare. Feuerkogel karnisch-norische Mischfauna 6, coll. Heinrich, 1, Sammlung des Palaentol. Universitäts-Instituts (coll. Rastl, 1906).

Malayites Steigeri nov. sp.

Textfig. 9.

Diese Art steht dem *Malayites styriacus* sehr nahe und unterscheidet sich von ihm nur durch die anders geartete Beschaffenheit des Querschnittes. Der Externteil ist sehr schmal gerundet, beinahe zugeschärft. Es bildet sich auf diese Weise in den Querschnittsverhältnissen eine auffallende Ähnlichkeit mit *Gonionotites Maurolicoi* Gemmellaro (Cefal. Trias sup. d. reg. occ. d. Sicilia, 1904, p. 165, Tav. XIV, fig. 5, XVII, fig. 14, 15, XXX, fig. 10) heraus, doch bleibt zwischen diesen beiden Arten als ein charakteristischer Unterschied das Verhältnis zwischen der Windungshöhe über der Naht und über dem Externteil der vorhergehenden Windung bestehen. Der Abstand des Externteils am Beginn und Ende der Schlußwindung ist bei *M. Steigeri* erheblich größer als bei der sizilianischen Spezies, mit der eine Verwechslung übrigens schon mit Rücksicht auf die abweichende Flankenskulptur kaum in Betracht gezogen zu werden braucht.

Fig. 9.



Malayites Steigeri Dien.
Vorderansicht eines Wohnkammerexemplars aus der karnisch-norischen Mischfauna des Feuerkogels, coll. Heinrich.

Die Skulptur gleicht jener des *Malayites styriacus*, doch obliteriert die am Beginn des letzten Umganges noch kräftige Berippung im Bereiche der Wohnkammer nahezu vollständig. Dagegen stellen sich auch hier im letzten Drittel der Schlußwindung Marginalknoten ein.

Dimensionen. $D = 75$, $A = 40$, $A' = 25$, $L = 34$, $U = 8$.

Loben. Im Detail nicht bekannt.

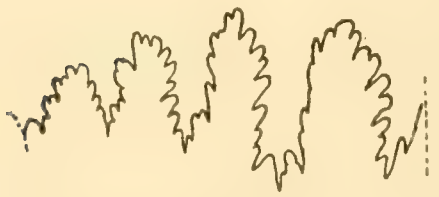
Vorkommen. Zahl der untersuchten Exemplare. Feuerkogel, wahrscheinlich karnisch-norische Mischfauna 2, coll. Heinrich.

Malayites Antipatris nov. sp.

Taf. VI, Fig. 4, Textfig. 10.

Eine sehr plumpe Form, die mit *Juvavites Ampfereri* Dien. in ihren Involutions- und Querschnittsverhältnissen und auch in ihrer Skulptur eine weitgehende Ähnlichkeit aufweist. Doch sind die kräftigen Lateralrippen bei unserer Art in der Marginalregion weniger stark nach vorwärts gerichtet und auf dem Externteil nicht unterbrochen. Auch ist die ganze Oberfläche der Schale mit zarten Längsstreifen bedeckt, die zirka 1 *mm* voneinander abstehen.

Fig. 10.



Malayites Antipatris Dien.
Suturlinie des auf Taf. VI, Fig. 4 abgebildeten Exemplars.

Abgelöste Schalenstücke des in Fig. 4 abgebildeten Exemplars zeigen auf der Innenseite Perlmutterglanz, so daß man es hier wohl mit den erhaltenen Resten der ursprünglichen Perlmutterschale zu tun haben dürfte.

Da sämtliche mir vorliegenden Stücke bis zum Ende gekammert sind, bleibt die Frage offen, ob auf der Wohnkammer Veränderungen der Skulptur sich einstellen. Für eine solche Vermutung spricht die Tatsache, daß an dem abgebildeten Exemplar in der Nähe der Mündung die Flankenskulptur schwächer wird, dafür aber in der Marginalregion an einer Rippe eine Auftreibung sich bemerkbar macht, die die Wahrscheinlichkeit der Entwicklung von Marginalknoten in vorgeschrittenen Wachstumsstadien nahelegt. Jedenfalls muß unsere Art bedeutende Dimensionen erreicht haben, da selbst bei dem größten der mir vorliegenden Exemplare noch ein voller Umgang hinzuzurechnen ist, um die wirklichen Dimensionen des unverletzten Gehäuses zu erhalten.

Dimensionen. $D = 88$, $A = 51$, $A' = 33$, $L = 57$, $U = 8$.

Loben. Vier dolichophyll zerschlitzte Sättel stehen außerhalb des Nabelrandes. An der Außenwand des Externsattels sind die Kerben kräftiger ausgebildet als an der Innenwand. Die Zerschlitzung steht hinter jener bei *Juvavites Ampfereri* erheblich zurück. Alle Loben enden mit mittelständigen Spitzen.

Vorkommen. Zahl der untersuchten Exemplare. Feuerkogel, wahrscheinlich karnisch-norische Mischfauna 3, coll. Heinrich.

Gen. **Gonionotites** Gemm.

Die von Gemmellaro im Jahre 1904 aufgestellte Gattung *Gonionotites* ist ein wichtiges Element der karnischen Fauna des westlichen Sizilien. Gemmellaro selbst hat elf, allerdings zum Teile sehr eng gefaßte Arten desselben beschrieben. Später haben ich (1906) und Welter (1914) einige Spezies aus der Obertrias des Himalaya und von Timor hinzugefügt. In der alpinen Trias hingegen waren Vertreter des Genus bisher vollständig unbekannt. Um so überraschender wirkte die Entdeckung einer reichen Vertretung desselben in der Sammlung Dr. Heinrichs aus der karnisch-norischen Mischfauna des Feuerkogels, in der die Anwesenheit von mindestens vier Arten festgestellt werden konnte.

Gonionotites geht unzweifelhaft auf *Juvavites* Mojs., beziehungsweise *Anatomites* Mojs. zurück. Der innere Kern eines *Gonionotites Vincentii* Gemmellaro (Cefal. del Trias sup. reg. occ. d. Sicilia, Palermo 1904, p. 167, Tav. XVI. fig. 9, 10) ist ein typischer *Anatomites* aus der Gruppe der *intermittentes*. Auch an den inneren Kernen des *G. noricus* Dien. sind deutliche Paulostomfurchen erkennbar. Dagegen scheinen solche Paulostome bei *G. discus* Gemm. und bei *G. Waldhauseniae* Welt. zu fehlen. Bei *G. Gemmellaroi* Dien. (Fauna of the Tropites limest. of Byans, Palaeontol. Ind. ser. XV. Himal. Foss. Vol. V. Pt. 1, 1906, p. 124, Pl. XV. fig. 3, 4) ist ihre Anwesenheit mindestens

zweifelhaft, da es dem persönlichen Ermessen des Beobachters überlassen bleibt, ob er die tieferen, den Rippen parallel laufenden Interkostalräume, die bis zum Nabelrande reichen, als Paulostomfurchen ansprechen will oder nicht.

Das Hauptmerkmal, in dem sich *Gonionotites* von den Juvaviten unterscheidet, ist die weitgehende Veränderung der Gestalt und Skulptur der Gehäuse in vorgeschrittenen Wachstumsstadien. Die Windungen flachen sich ab und werden hochmündig. Die Skulptur erlischt auf der unteren Hälfte der Flanken und besteht fast nur noch aus Marginalrippen, zu denen sich gelegentlich *(Gonionotites Diblasii* Gemm., *G. Recuperoi* Gemm.) Marginalknoten gesellen. Altersreife Exemplare zeigen nicht selten auf der Schlusswindung eine glatte Oberfläche.

Die Länge der Wohnkammer schwankt zwischen drei Vierteln und einem vollen Umgang, Gemmellaro fand sie bei *G. italicus* und *G. Mojsisovicsi* gleich drei Viertel, bei *G. Recuperoi* gleich vier Fünftel Umgängen, bei *G. Diblasii* fast gleich dem ganzen letzten Umgang. Bei *G. Gemmellaroi* Dien aus dem Tropitenkalk von Byans überschreitet sie die Schlußwindung sogar noch um ein weniges an Länge. Bei einem mit dem unverletzten Peristom versehenen Exemplar des alpinen *G. Schuberti* Dien. bleibt sie nur wenig hinter einem vollen Umgang zurück. *Gonionotites* darf daher den von mir in bezug auf ihre Wohnkammerlänge als metriodom[1] bezeichneten Ammonitengattungen zugerechnet werden.

Bei den meisten Spezies aus der Trias des westlichen Sizilien macht sich eine auffallende Erweiterung der Schlußwindung, verbunden mit einer Abflachung des Externteils geltend. Nur *G. Maurolicoi* Gemm. bildet unter ihnen eine Ausnahme. Unter den alpinen Arten zeigen zwei, *G. noricus* und *G. haloritiformis*, eine allerdings mäßige Aufblähung des Mündungsquerschnittes, während *G. Schuberti* und *G. Irmintrudis* keine Veränderung des letzteren erkennen lassen.

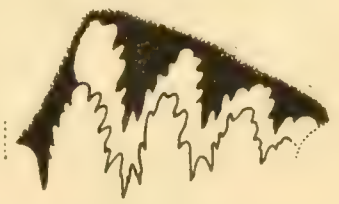
Gonionotites Schuberti nov. sp.

Taf. VIII, Fig. 4, Textfig. 11.

In ihrer äußeren Erscheinung und Skulptur stimmt diese Art mit *Gonionotites Maurolicoi* Gemmellaro (Cefal. Trias sup. reg. occ. d. Sicilia, 1904, p. 165, Tav. XIV, fig. 5, XVII, fig. 14, 15, XXX, fig. 10) aus den hornsteinführenden Kalken der karnischen Stufe von Modanesi so vollständig überein, daß ich kein Bedenken getragen hätte, eine direkte Identifizierung vorzunehmen, wenn nicht die Unterschiede im Bau der Suturlinie eine solche verbieten würden.

Eine Seitenansicht des Stückes zu geben, dessen Vorderansicht in Fig. 4 illustriert ist, halte ich für überflüssig, weil ein Hinweis auf Gemmellaros Abbildung auf Taf. XIV, Fig. 5 genügt. Der Querschnitt ist elliptisch, hochmündig, der Externteil an der Mündung weder erweitert noch abgeflacht. Am Beginn der Schlußwindung sind noch drei Suturlinien sichtbar. Die sichtbare Mündung dürfte sich daher in unmittelbarer Nähe des ursprünglichen Peristoms befinden, oder mit diesem zusammenfallen. Mindestens sieben Achtel der Schlußwindung müssen der Wohnkammer angehört haben. Es kann somit keinem Zweifel unterliegen, daß unsere Art, ebenso wie *G. Maurolicoi*, zu jenen Vertretern der Gattung zählt, die vom Beginn bis zum Ende des letzten Umganges keine Querschnittsveränderung aufweisen.

Fig. 11.



Gonionotites Schuberti Dien. Suturlinie des auf Taf. VIII, Fig. 4 abgebildeten Exemplars.

Der Umriß des Peristoms stimmt bei diesem Exemplar mit jenem bei *G. Mojsisovicsi* in Gemmellaros Abbildung auf Taf. XXI, Fig. 1 seiner oben zitierten Monographie überein. Er verläuft fast radial mit zwei ganz schwachen Ein- und Ausbuchtungen und ist am Externteil nach vorwärts gezogen.

---

[1] C. Diener: Untersuchungen über die Wohnkammerlänge als Grundlage einer natürlichen Systematik der Ammoniten. Sitzungsber. Akad. d. Wissensch. Wien, math. nat. Kl. CXXV. 1916, p. 299.

Die Schale ist mit Ausnahme der kurzen, leicht nach vorwärts geschwungenen Marginalfalten, die den Externteil ohne Unterbrechung passieren, vollkommen glatt.

Dimensionen. $D = 98$, $A = 54$, $A' = 25$, $L = 36$, $U = 6$.

Loben. Viel einfacher als bei *G. Maurolicoi*. Das Maß der Zerschlitzung der Sättel geht über eine brachyphylle Kerbung der Sattelwände nicht wesentlich hinaus. Dabei ist die ungewöhnlich geringe Kerbung der Außenwand des Externsattels auffallend.

Externlobus durch einen breiten, niedrigen Medianhöcker geteilt. Vier Sättel stehen außerhalb des Nabelrandes. Der erste Laterallobus ist der tiefste Lobus. Er endet ebenso wie die folgenden Loben in einer mittelständigen Spitze.

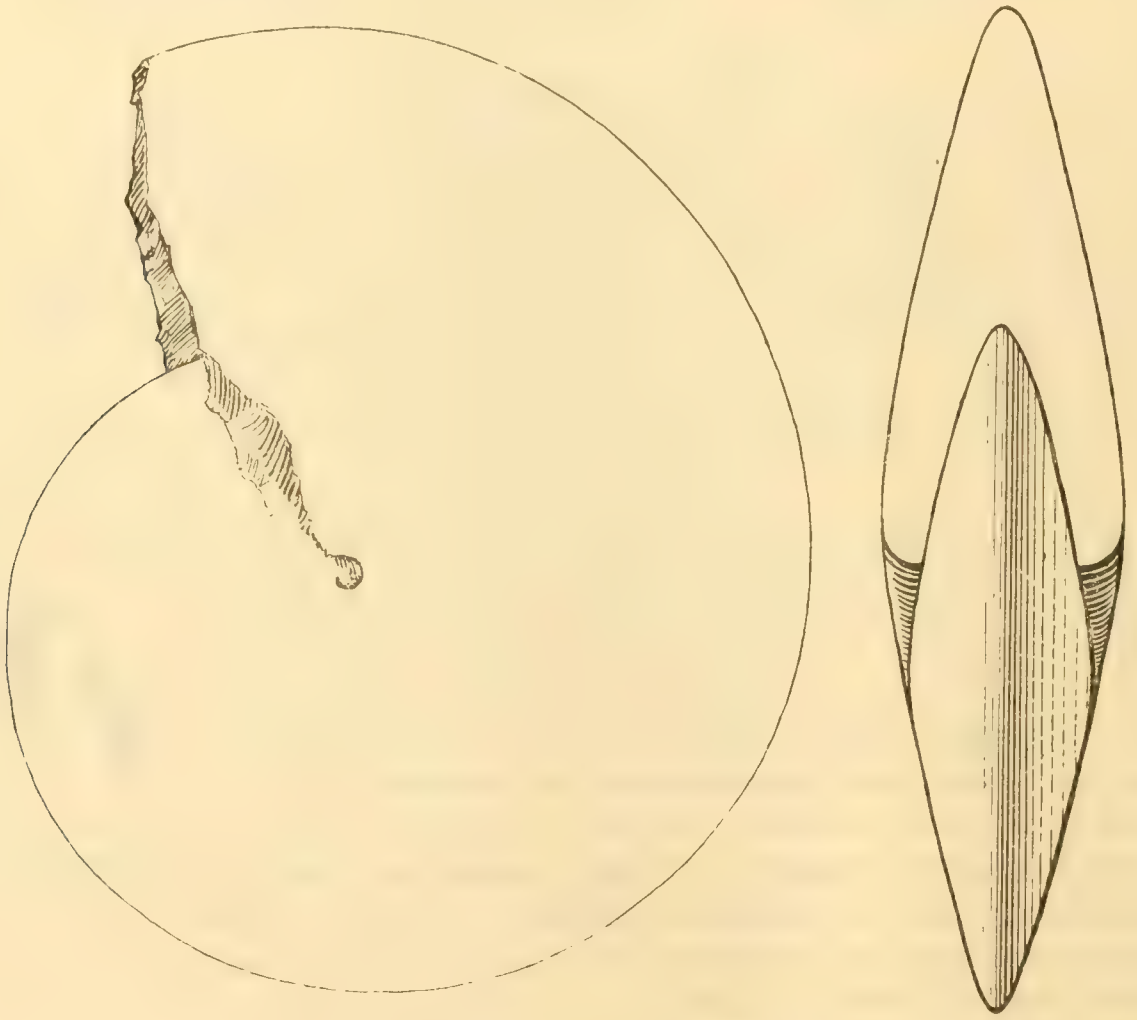
Vorkommen. Zahl der untersuchten Exemplare. Feuerkogel, wahrscheinlich karnisch-norische Mischfauna 2, coll. Heinrich, 1, Sammlung des Palaeontol. Instituts der Universität in Wien, 1, coll. Kittl (Rastl, 1906), vielleicht aus den *Subbullatus*-Schichten.

Gonionotites Irmintrudis nov. sp.

Textfig. 12.

Von allen bisher bekannt gewordenen Gonionotiten ist diese Art die hochmündigste. In ihrer äußeren Erscheinung steht sie dem *Gonionotites italicus* Gemmellaro (Cefal. Trias sup. reg. occ. d. Sicilia, 1904, p. 158, Tav. V, fig. 6, 7, IX, fig. 6, 7, XXI, fig. 4—6, XXX, fig. 8) aus der Obertrias

Fig. 12.



Gonionotites Irmintrudis Dien. Feuerkogel, coll. Kittl.

von Modanesi am nächsten, erfährt jedoch im Gegensatz zu diesem keine Querschnittsänderungen im vorderen Abschnitt der Wohnkammer. Innere Kerne dürften sich daher von solchen des *G. italicus*

kaum unterscheiden lassen, während die spezifische Verschiedenheit erwachsener, mit Wohnkammer versehener Exemplare in die Augen springt.

Das mir vorliegende Exemplar muß nahezu vollständig gewesen sein, wenngleich das ursprüngliche Peristom selbst nicht mehr erhalten ist.

In seiner scheibenförmigen Gestalt erinnert das Stück auffallend an Vertreter des Genus *Pinacoceras* Mojs. Die Ähnlichkeit wird noch verstärkt durch den sehr engen Nabel und durch den Mangel einer ausgesprochenen Oberflächenskulptur. Nur am Beginn der Schlußwindung treten einzelne flache Lateralrippen und zahlreiche Marginalstummeln hervor.

Dimensionen. $D = 114$, $A = 65$, $A' = 34$, $L = 28$, $U = 4$.

Loben. Nicht bekannt.

Vorkommen. Zahl der untersuchten Exemplare. Feuerkogel, *Subbullatus*-Schichten 1, coll. Kittl.

Gonionotites noricus nov. sp.

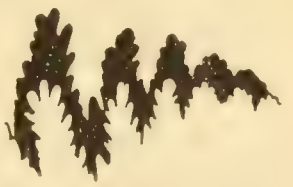
Taf. VIII, Fig. 2, 3, Textfig. 13.

Diese Art ist unter den alpinen Vertretern des Genus *Gonionotites* die weitaus häufigste. Sie gehört jener Abteilung an, die sich durch eine allerdings nur mäßige Erweiterung des Lumens der Mündung erwachsener Exemplare auszeichnet.

In ihrer äußeren Erscheinung steht sie dem *Gonionotites Haugi* Gemmellaro (Cefal. Trias sup. reg. occ. Sicilia, 1904, p. 169, Tav. XXVII, fig. 17—19) ebenso nahe wie *G. Schuberti* Dien. dem *G. Maurolicoi* Gemm. Wie bei *G. Haugi* erscheint auch bei unserer Art der Externteil am Beginn und ebenso an der Mündung des letzten Umganges breit gerundet, im mittleren Teile der Schlußwindung hingegen auffallend verschmälert, wenn es auch nicht zur Bildung eines Kieles kommt. Da die letzte Suturlinie bei dem in Fig. 2 abgebildeten Exemplar mit dem Ende des ersten Quadranten der Schlußwindung zusammenfällt, dürfte höchstens ein Viertel Umgang von der vorliegenden Mündung bis zum ursprünglichen Peristom fehlen. Die Erweiterung des Lumens macht sich erst in unmittelbarer Nähe der Mündung geltend. An einem zweiten Exemplar, das nahezu vollständig erhalten ist, ist sie gleichwohl kaum stärker ausgeprägt.

Exemplare von der Größe des in Fig. 2 abgebildeten Stückes haben eine beinahe glatte Oberfläche. Nur am Beginn der letzten Windung machen sich noch ganz kurze, zarte Rippenstummeln in der Externregion bemerkbar. Dagegen zeigen innere Windungen (Fig. 3) die Skulptur der *Anatomites scissi*. Von dem engen Nabel strahlen zahlreiche feine, dichotomierende Rippen aus, die sich am Marginalrande aus der radialen Richtung nach vorwärts biegen. Sie sind auf der unteren Hälfte der Flanken viel weniger deutlich ausgeprägt als auf der oberen. Da überdies in der Marginalzone eine sehr starke Vermehrung der Rippen durch Einschaltung kurzer Stummel stattfindet, so besitzt die Externskulptur gegenüber der Flankenskulptur ein entschiedenes Übergewicht. Der Medianlinie des Externteils entspricht ein glattes Band, an dem die Rippen von beiden Seiten her abstoßen.

Fig. 13.



Gonionotites noricus Dien. Suturlinie des auf Taf. VIII, Fig. 2 abgebildeten Exemplars.

Zwei einander gegenüberliegende Interkostalräume von größerer Breite und Tiefe, die dem Verlaufe der Rippen folgen, können als Paulostomfurchen angesehen werden.

Schon die inneren Kerne dieser Art zeichnen sich durch eine große Hochmündigkeit aus. Eine Querschnittsveränderung, wie sie an der Schlußwindung erwachsener Exemplare sich einstellt, ist an ihnen nicht zu beobachten.

Dimensionen. $D = 96$, $A = 53$, $A' = 29$, $L = 31$, $U = 4$.

Loben. Sechs an Größe allmählich abnehmende Sättel stehen außerhalb der Naht. Ihre Zerschlitzung geht über jene bei *Gonionotites Schuberti* hinaus, bleibt jedoch hinter jener bei den meisten sizilianischen

Arten noch immer erheblich zurück. Externlobus kürzer als der erste Laterallobus. Alle Lateral- und Hilfsloben enden mit mittelständigen Spitzen, doch ist auch die innere seitliche Spitze am Grunde des ersten Laterallobus kräftig ausgebildet, ähnlich wie bei *G. discus* Gemm. oder bei *G. Distefanoi* Gemm. Die Hauptsättel sind schlank, die Hilfssättel breit gerundet.

Die einfachere Gestalt der Suturlinie verbietet eine Identifizierung unserer Art mit *G. Haugi* Gemm., an die man sonst mit Rücksicht auf die weitgehende äußere Ähnlichkeit wohl denken könnte.

Vorkommen. Zahl der untersuchten Exemplare. Feuerkogel, karnisch-norische Mischfauna 14, coll. Heinrich 1, eigene Aufsammlung (1919).

Gonionotites haloritiformis nov. sp.

Taf. VIII, Fig. 1, Textfig. 14.

Diese auffallende Art ahmt in ihren äußeren Merkmalen Vertreter des Genus *Halorites* Mojs. nach. Das abgebildete, nahezu vollständig erhaltene Stück gleicht so sehr einem Haloriten aus der Gruppe der *acatenati*, etwa dem *Halorites mitis* v. Mojsisovics (l. c. p. 40, Taf. LXXXVI, Fig. 1), daß ohne genauere Untersuchung der Nabelregion eine Verwechslung mit dieser Spezies wohl möglich wäre.

Der wahrscheinlich in seiner ganzen Ausdehnung der Wohnkammer angehörige letzte Umgang besitzt eine mehrfach wechselnde Gestalt. Am Beginn der Schlußwindung ist der Externteil breit gerundet, später verschmälert er sich, während gleichzeitig die Windungshöhe rasch zunimmt, so daß seine stärkste Zuschärfung in die Region zwischen dem zweiten und dritten Quadranten fällt. Hierauf tritt wieder eine zunehmende Abflachung und Verbreiterung des Externteils ein. Zugleich schwächt sich auch die Krümmung der Flanken immer mehr ab, so daß sich der Umriß der Mündung der fast rechteckigen Gestalt des Peristoms der meisten Haloriten nähert.

Fig. 14.

Gonionotites cf. haloritiformis Dien.
Suturlinie.

Die weitgehende Ähnlichkeit unserer neuen Art mit *Halorites* in den bisher beschriebenen Merkmalen erfährt eine Einschränkung durch die abweichende Beschaffenheit der Nabelregion. Der Nabel ist nicht kallös verschlossen wie bei erwachsenen Individuen des Genus *Halorites*, sondern offen, wenn auch sehr eng. Noch bedeutungsvoller ist der Mangel jedes Anzeichens einer Egression der Schlußwindung. Das ausgebrochene Schalenstück am Nabelrand des Peristoms an dem abgebildeten Exemplar könnte eine solche auf den ersten Blick vortäuschen, doch sieht man bei näherer Untersuchung deutliche Spuren des ursprünglichen Verlaufes der Windung entlang der den Nabeltrichter begrenzenden Naht. Die Abwesenheit einer Egression der Schlußwindung darf daher auch noch in unmittelbarer Nähe des Peristoms mit Sicherheit angenommen werden.

Die Kontur des Peristoms selbst ist zwar nicht erhalten, wohl aber der am Externteil vorspringende Lappen und einzelne Partien des Umrisses im Bereich der Flanken. Das abgebildete Individuum kann daher als nahezu vollständig erhalten gelten.

Außer diesem Stück, das als Arttypus zu betrachten ist, glaube ich noch ein zweites, kleineres Exemplar von zirka 90 *mm* Durchmesser unserer Spezies zurechnen zu dürfen. Es ist noch bis zur Hälfte des letzten Umganges gekammert, zeigt aber ähnliche Veränderungen des Windungsquerschnittes. Seine Erhaltung ist für eine sichere Identifizierung mit *Gonionotites haloritiformis* nicht ausreichend. Sollte eine solche zutreffen, so würde in der Übereinstimmung der Gestalt dieses noch teilweise gekammerten Stückes mit jener des größeren Wohnkammerexemplars ein weiterer beachtenswerter Unterschied gegenüber *Halorites* liegen, dessen innere Kerne stets globos sind.

Die Oberfläche des abgebildeten Stückes ist auf der vorderen Hälfte der Schlußwindung vollkommen glatt. In den beiden ersten Quadranten macht sich eine schwache, aus kurzen Rippenstummeln

bestehende Externskulptur bemerkbar. Auf dem gekammerten Teil der Schlußwindung des kleineren Exemplars, das ich nur mit einer gewissen Reserve zu unserer Art stellen kann, tritt diese Externskulptur deutlicher hervor. Sie ist übrigens von jener bei *Halorites mitis* Mojs. kaum verschieden.

Dimensionen. $D = 108$, $A = 55$, $A' = 26$, $L = 44$, $U = 3$.

Loben. Die Lobenlinie ist nur an dem zweiten Stück, dessen Zugehörigkeit zu dieser Art nicht feststeht, der Beobachtung zugänglich. Sie ist reicher zerschlitzt als bei einer der drei anderen alpinen Arten. Insbesondere am Externsattel ist bereits eine phylloide Gliederung des Sattelkopfes angedeutet. Von den pyramidenförmigen Sätteln der Haloriten weichen die gedrungenen, an der Basis ein wenig abgeschnürten Sättel dieser Form erheblich ab.

Der zweite Lateralsattel ist auffallend breit und mit einem großen inneren Sattelblatt ausgestattet. Außerhalb des Nabelrandes steht noch ein Hilfssattel.

Vorkommen. Zahl der untersuchten Exemplare. Feuerkogel, karnisch-norische Mischfauna 1 coll. Heinrich, ferner ein zweifelhaftes Exemplar aus den *Subbullatus*-Schichten derselben Lokalität, coll. Kittl.

Subgen. **Heinrichites** nov. subgen.

Das Subgenus *Heinrichites,* das hier für eine in der alpinen Trias bisher unbekannte Formengruppe vorgeschlagen wird, steht zu *Gonionotites* Gemm. in einem durchaus analogen Verhältnis wie *Malayites* Welt. zu *Juvavites* Mojs.

Man kann die Heinrichiten kurz als Gonionotiten mit einer zarten, an *Sagenites* Mojs. erinnernden Längsskulptur definieren. Die den Typus der neuen Untergattung bezeichnende Art, *Heinrichites Paulckei,* besitzt innere Kerne mit zarter Anatomitenskulptur, sehr ähnlich jenen des *Gonionotites Gemmellaroi* Dien. In vorgeschrittenen Wachstumsstadien stellt sich die flach scheibenförmige Gestalt und die zarte, fast nur aus externen, beziehungsweise marginalen Rippenstummeln bestehende Ornamentierung typischer Gonionotiten ein, die sich jedoch mit einer bald mehr bald weniger ausgeprägten Spiralskulptur kombiniert.

Da die Anwesenheit einer Spiralskulptur tatsächlich das einzige Merkmal ist, auf Grund dessen *Heinrichites* von *Gonionotites* unterschieden werden kann, so müssen Stücke mit abgewitterter Schalenoberfläche oder Steinkerne unbestimmt bleiben. Die Unmöglichkeit einer spezifischen Bestimmung unzureichend erhaltener Exemplare würde auch bestehen bleiben, wenn man auf die subgenerische Abtrennung von *Heinrichites* verzichten und an ihrer Stelle sich mit der Errichtung einer Unterabteilung der *Gonionotites lineati* oder *striati* begnügen wollte.

Meiner Ansicht nach repräsentieren die mit Spiralskulptur versehenen Gonionotiten eine so eigentümliche, bisher fast ausschließlich auf die karnisch-norische Mischfauna des Feuerkogels beschränkte, für diese aber geradezu leitende Formengruppe, daß ihre Erhebung zu einer mit einem besonderen Namen ausgezeichneten systematischen Kategorie gerechtfertigt erscheint. Ich ziehe es also vor, diese Formengruppe nicht einfach dem Genus *Gonionotites* anzugliedern, sondern zu einer Untergattung des letzteren zu erheben, deren Namen mit jenem des Förderers unserer Wissenschaft verknüpft sein soll, dessen verständnisvolle Sammlertätigkeit die Abfassung der vorliegenden Monographie überhaupt erst möglich gemacht hat.

Eine Vereinigung von *Heinrichites* mit *Malayites* möchte ich für verfehlt halten. Die typischen Malayiten tragen das Gepräge von *Juvavites* in viel stärkerem Maße an sich. Ihnen fehlt vor allem die Änderung in der Gestalt der erwachsenen Exemplare durch die rasch zunehmende Hochmündigkeit. Wenn man *Gonionotites* von *Juvavites* beziehungsweise von *Anatomites* abtrennt, muß man auch an einer Sonderung von *Heinrichites* und *Malayites* festhalten, weil man sonst die letztere Gattung bewußt zu einem polyphyletischen Genus machen würde, dessen Elemente teils auf *Juvavites* teils auf *Gonionotites* zurückgehen. Eine Schwierigkeit, *Heinrichites* und *Malayites* zu trennen, hat sich übrigens bei meinem alpinen Material nicht ergeben, obwohl ich das Vorkommen von Übergangsformen — mäßig

komprimierte Gehäuse mit mittelstark ausgeprägter Skulptur und ohne Erweiterung des Mündungsquerschnittes — für durchaus möglich halte.

Größere Schwierigkeiten bereitet in einzelnen Fällen die Trennung der hier in dem Subgenus *Heinrichites* vereinigten Formen von der Gruppe der *Sagenites inermes* Mojs. Bei typischen Heinrichiten wie *Heinrichites Paulckei* wird allerdings der Charakter der Radialskulptur keinen Zweifel aufkommen lassen, doch gibt es auch Formen, wie *H. Waageni*, bei denen diese Skulptur so sehr zurücktritt, daß die Spiralstreifung an Bedeutung überwiegt und so eine weitgehende äußere Ähnlichkeit mit *Sagenites* herbeiführt. In derartigen Fällen gibt die Suturlinie ein verläßliches Unterscheidungsmerkmal ab. *Heinrichites* besitzt die Lobenstellung von *Gonionotites*, d. h. es sind außerhalb des Nabelrandes mindestens vier, an Größe allmählich abnehmende Sättel vorhanden. Bei *Sagenites* hingegen steht nur ein Hilfslobus außerhalb des Nabelrandes. Dazu kommt in der Regel noch das bemerkenswerte Mißverhältnis in der Größe der beiden Lateralsättel. Über den Anschluß der mit vier Sätteln versehenen Formen an *Heinrichites* kann also trotz gelegentlicher weitgehender Übereinstimmung mit *Sagenites* in Gestalt und Berippung kaum eine Meinungsverschiedenheit entstehen.

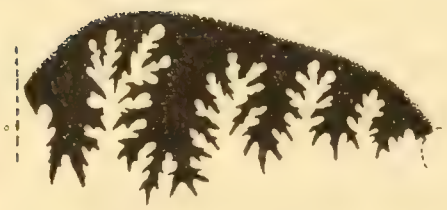
Auch von *Heinrichites* sind mir Exemplare mit vollständig erhaltenem Mundrand bekannt geworden. Die Wohnkammer nimmt bei ihnen den ganzen letzten Umgang in Anspruch.

Heinrichites Paulckei nov. sp.

Taf. VII, Fig. 1—3, Textfig. 15, 16.

Von dieser Art, die ich als den Typus der Untergattung *Heinrichites* betrachte, liegen mir Exemplare in den verschiedensten Dimensionen und Altersstadien vor, so daß es möglich ist, ein ziemlich vollständiges Bild ihrer Entwicklung zu gewinnen.

Fig. 15.



Heinrichites Paulckei Dien.
Suturlinie eines Exemplars bei einem Durchmesser von 70 *mm*.

Fig. 16.

Heinrichites Paulckei.
Abgewitterte Suturlinie eines großen Exemplars bei einer Windungshöhe von 70 *mm*.

Die innersten Kerne gleichen bei einem Durchmesser von 15 *mm* jenen des *Gonionotites Gemmellaroi* Diener (Palaeontol. Ind. ser. XV. Himal. Foss. Vol. V. Nr. 1, Fauna of the Tropites limestone of Byans, 1906, p. 124, Pl. XV. Fig. 3, 4). Höhe und Breite des Querschnittes sind einander nahezu gleich. Zahlreiche zarte, sigmoide Rippen, die teils ungespalten bleiben, teils dichotomieren, bedecken die Flanken und den Externteil, während sie in der Nabelregion obliterieren. Einige Intercostalfurchen, die ein wenig breiter und tiefer eingesenkt sind als die übrigen, können als Paulostome

gedeutet werden. Die Rippen in der Umgebung derselben übersetzen den Externteil, andere erfahren eine Unterbrechung oder zum mindesten eine Abschwächung entlang der Medianzone.

Schon bei einer Windungshöhe von 15 *mm* übertrifft die Höhe die Breite des Querschnittes. Von da ab nimmt die Hochmündigkeit wie bei *Gonionotites* zu. Doch muß unserer Art in bezug auf die Querschnittsverhältnisse eine gewisse Variabilität zugestanden werden, da neben großen Exemplaren, die fast doppelt so hoch als dick sind, auch Individuen vorkommen, bei denen die Höhe und Breite der Windung noch bei einem Durchmesser von 84 *mm* im Verhältnis von 10:7 stehen.

Eine Erweiterung der Mündung am Ende der Wohnkammer findet bei dieser Art nicht statt.

Hand in Hand mit der zunehmenden Hochmündigkeit gehen Veränderungen in der Skulptur, wie sie uns bei der Mehrzahl der Spezies des Genus *Gonionotites* bekannt sind. Immer mehr tritt die Ornamentierung auf der unteren Hälfte, später auch in der Mitte der Flanken zurück, so daß nur die zahlreichen kurzen Rippenstummel der Marginal- und Externregion übrig bleiben. Bei ganz großen Exemplaren verschwinden auch diese, mindestens im Bereiche der Wohnkammer. Die Schale erscheint dann ausschließlich mit den dicht gedrängten, zarten Spirallinien bedeckt, die bei tadellos erhaltener Schalenoberfläche über die letztere gleichmäßig verbreitet sind.

Unsere Art erreicht bedeutende Dimensionen. An dem Exemplar, dessen Suturlinie in Textfig. 16 zur Abbildung gebracht worden ist, entspricht die letzte Sutur einem Durchmesser von 123 *mm*. Da für die Wohnkammer beinahe ein voller Umgang gerechnet werden muß, darf man den Durchmesser dieses Individuums bei vollständiger Erhaltung auf 160—170 *mm* veranschlagen.

Dimensionen. $D = 75\,(100)\,(132)$, $A = 44\,(55)\,(75)$, $A' = 26\,(32)\,(48)$, $L = 23\,(32)\,(45)$, $U = 4\,(7)\,(9)$

Loben. Die Loben sind fast ebenso reich zerschlitzt wie bei einzelnen Arten des Subgenus *Malayites* Welt. Sie können in dieser Richtung mit den Suturen mancher Ptychiten aus der Gruppe der *megalodisci* verglichen werden. Jedenfalls dürften sie das höchste Ausmaß einer phylloiden Zerschlitzung erreichen, das bei alpinen Vertretern der *Tropitoidea* bisher bekannt ist. Wenn E. v. Mojsisovics in seiner Charakteristik der Suturen der *Ammonoidea trachyostraca* (Cephal. Hallst. Kalke, Abhandl. Geol. Reichsanst. VI/2, 1893, p. 2) »phylloide und aus phylloider Entwicklung hervorgegangene doppelteilige Sättel« als »den *A. trachyostraca* gänzlich fremd« bezeichnet, so trifft eine solche Diagnose für unsere Spezies keineswegs zu. Auch von einer Reduktion der Hilfssättel ist nichts zu bemerken. Die Suturelemente nehmen vom Externsattel bis zur Naht ziemlich regelmäßig an Größe ab. Der erste Auxiliarsattel und der zweite Auxiliarlobus stehen noch außerhalb des Nabelrandes. Bei ganz großen Exemplaren tritt noch ein zweiter Hilfssattel hinzu.

Der ein- bis zweispitzige Externlobus reicht fast ebenso tief herab als der erste Laterallobus. Ihm entragt ein breiter, hoher Medianhöcker, in dessen Kopf sich ein sehr auffallendes, selbständiges Sattelblatt — ähnlich wie bei *Ussuria* Dien., *Procarnites* Arth. oder *Hauerites* Mojs. — individualisiert, so daß man von dem beginnenden Auftreten eines Adventivelements sprechen könnte.

Vorkommen. Zahl der untersuchten Exemplare. Feuerkogel, karnisch-norische Mischfauna, 24, coll. Heinrich, 6, coll. Kittl, 6, Sammlung des Palaeontologischen Universitätsinstituts in Wien, 1, eigene Aufsammlung (1919).

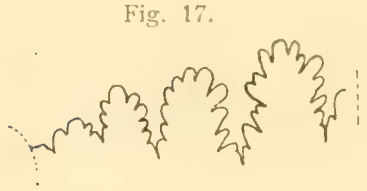
Heinrichites Grobbenii nov. sp.

Taf. IX, Fig. 1, Textfig. 17.

Diese Art unterscheidet sich von *Heinrichites Paulckei* durch geringere Hochmündigkeit, eine, wenn auch sehr mäßige Erweiterung des Querschnittes an der Mündung erwachsener Individuen, kräftigere Flankenskulptur und weniger reich zerschlitzte Suturen.

Selbst bei erwachsenen Exemplaren persistieren die breiten, in der oberen Seitenhälfte stark nach vorwärts geschwungenen Flankenrippen noch auf der ersten Hälfte der Schlußwindung. Im Bereich der Wohnkammer stellen sich in der Marginalregion radial verlängerte Knoten ein, ähnlich wie bei *Gonionotites Diblasii* Gemm. oder *G. Recuperoi* Gemm. An dem abgebildeten, nahezu vollständig erhaltenen Wohnkammerexemplar beträgt die Zahl der Marginalknoten 3, an einem zweiten, größeren Stück von 110 *mm* Durchmesser zählte ich sechs Marginalknoten. Die Spiralskulptur ist nur an wenigen Stellen, jedoch mit hinreichender Deutlichkeit erhalten, um die Zugehörigkeit unserer Spezies zu dem Subgenus *Heinrichites* außer Zweifel zu setzen.

Fig. 17.



Heinrichites Grobbenii Dien. Suturlinie.

Dimensionen. $D = 97$, $A = 51$, $A' = 31$, $L = 35$, $U = 7$.

Loben. Die Suturelemente weisen einen nur mäßigen Grad brachyphyller bis dolichophyller Zerschlitzung auf. Die Sutur zeigt außer dem breiten Mediansattel, der bis zur halben Höhe des Externsattels reicht, vier plumpe, vollständige Sättel und einen zweiten Hilfssattel, der durch den Nabelrand halbiert wird. Die Sattelstämme sind massig, an der Basis nicht eingeschnürt, die Loben schmäler als die Sättel und in mittelständigen, scharfen Spitzen auslaufend.

Vorkommen. Zahl der untersuchten Exemplare. Feuerkogel karnisch-norische Mischfauna, 7, coll. Heinrich, 2, Sammlung des Palaeontologischen Instituts der Universität in Wien.

Heinrichites Furlaniae nov. sp.

Taf. VII, Fig. 4.

Von *Heinrichites Grobbenii* trenne ich auf Grund auffallender Unterschiede in der Ornamentierung eine Art ab, die mir nur in einem einzigen aber nahezu vollständig erhaltenen Wohnkammerexemplar vorliegt.

Am Beginn der Schlußwindung besteht die Skulptur aus wenigen, scharfen Flankenrippen, die in der Nabelregion obliterieren und sich in der Marginalregion erheblich verstärken, ferner aus sehr zahlreichen, schwachen Marginalrippen. In der vorderen Hälfte des letzten Umganges erlöschen die Marginalrippen, während die Flankenrippen persistieren. Insbesondere die drei letzten, dem Peristom vorangehenden Rippen sind von auffallender Schärfe, weisen jedoch keine marginalen Anschwellungen mehr auf.

Dimensionen. $D = 92$, $A = 47$, $A' = 24$, $L = 34$, $U = 7$.

Loben. Nicht bekannt. Der ganze letzte Umgang gehört der Wohnkammer an.

Vorkommen. Zahl der untersuchten Exemplare. Feuerkogel, karnisch-norische Mischfauna 1, coll. Heinrich.

Heinrichites Waageni nov. sp.

Taf. IX, Fig. 2, 3, Textfig. 18.

Von allen mir bekannten Arten des Subgenus *Heinrichites* nähert sich diese in ihren äußeren Merkmalen am meisten der Gruppe der *Sagenites inermes,* da schon in den Jugendstadien eine Radialskulptur nur schwach entwickelt ist und gegenüber der kräftig ausgebildeten Spiralstreifung zurücktritt. In der Tat wäre es ohne Kenntnis der Suturlinie schwierig, eine Zuweisung zu *Sagenites* oder *Heinrichites* mit hinreichender Begründung vorzunehmen.

Schon bei inneren Kernen von 35 *mm* Durchmesser übertrifft die Windungshöhe die Breite um ein Viertel bis ein Drittel, doch nimmt von da ab in späteren Wachstumsstadien die Hochmündigkeit kaum mehr wesentlich zu. Bei einem Gehäusedurchmesser von 35—50 *mm* erscheint der Externteil

steiler gerundet als bei erwachsenen Individuen, indessen tritt auch an den Peristomen großer Exemplare keine Verbreiterung desselben wie bei vielen *Gonionotiten* ein.

Die Skulptur besteht auf den inneren Windungen (Fig. 3) aus radialen, in der Marginalzone vorwärtsgebogenen Rippen von sehr ungleicher Stärke und Entfernung. Eine gewisse Ähnlichkeit in der Ornamentierung mit Jugendexemplaren des *Sagenites inermis* v. Hauer (vgl. E. v. Mojsisovics, l. c., p. 157, Taf. LXLV, Fig. 2—18, XCVI. Fig. 1, 2) ist nicht zu verkennen. Die faltenförmigen Hauptrippen reichen vom Nabelrand bis zum Externteil, ohne jedoch diesen zu überschreiten. Sie sind in der Regel einfach, nur ausnahmsweise gegabelt. Zwischen sie schieben sich in sehr verschiedenen Abständen marginale Rippenstummeln von wechselnder Stärke ein. Dieser Skulpturcharakter hält auch auf der Wohnkammer erwachsener Individuen (Fig. 2) an, doch werden die Radialrippen undeutlicher und unbestimmter, so daß die Schale manchmal auf weite Strecken jeder Querskulptur zu entbehren scheint. Dafür stellen sich in der Marginalzone Knoten von kreisförmigem Umriß und wechselnder Stärke ein. Auf der Schlußwindung des in Fig. 2 abgebildeten, nahezu vollständigen Wohnkammerexemplars zählt man vier stärkere und sechs zarte Marginalknoten.

Fig. 18.

Heinrichites Waageni Dien.
Abgewitterte Suturlinien eines großen Exemplars. coll. Heinrich.

Die Längsstreifung ist bei den kleinen Exemplaren nur schwach entwickelt, tritt aber bei den größeren Individuen sehr deutlich hervor.

Dimensionen. $D = 47\,(74)$, $A = 26\,(42)$, $A' = 17\,(26)$, $L = 17\,(30)$, $U = 3{\cdot}5\,(7)$.

Loben. Während man im Zweifel sein könnte, ob die vorliegende Art auf Grund ihrer Oberflächenbeschaffenheit besser an *Heinrichites* oder an *Sagenites* anzuschließen sei, spricht die Anordnung der Suturelemente entschieden für die Zuweisung zu dem erstgenannten Subgenus. An einem Exemplar von 96 *mm* Durchmesser, das trotz dieser bedeutenden Dimensionen bis zu seinem Ende gekammert ist, konnte die allerdings zum Teil abgewitterte Suturlinie präpariert werden. Sie zeigt vier breite, mäßig tief zerschlitzte Sättel außerhalb des Nabelrandes, während ein fünfter durch den letzteren halbiert wird.

Vorkommen. Zahl der untersuchten Exemplare. Feuerkogel, karnisch-norische Mischfauna 5, coll. Heinrich.

Gen. **Sagenites** v. Mojsisovics.

Sagenites (?) **biplex** v. Mojsisovics.

1893, *Sagenites biplex* v. Mojsisovics, Cephal. d. Hallst. Kalke, Abhandl. Geol. Reichsanst. VI 2, p. 164, Taf. CXCV. Fig. 1.

E. v. Mojsisovics betrachtet diese durch ihre kräftig entwickelte Querskulptur bemerkenswerte Spezies als einen isolierten Typus innerhalb des Genus *Sagenites,* den er am ehesten an *S. Aurelii* Mojs und *S. rhabdotus* Mojs. anknüpfen zu dürfen glaubt. Eine Untersuchung des einzigen Exemplars dieser Art aus den norischen Hallstätter Kalken des Leisling im Museum der Geologischen Reichsanstalt in Wien macht es mir wahrscheinlich, daß es sich hier eher um einen Vertreter des Subgenus *Malayites* Welt. als um einen echten Sageniten handeln dürfte.

Eine Entscheidung der Frage muß wohl bis zur Auffindung vollständiger erhaltener, größerer Exemplare verschoben werden, die auch eine Präparation der bisher unbekannten Suturlinie zulassen.

Sagenites Giebeli v. Hauer.

1849. *Ammonites Aon var.* v. Hauer. Neue Cephal. aus den Marmorschichten von Hallstatt und Aussee. Haidingers Naturwissenschaftl. Abhandl. III. p. 9, Taf. IV, Fig. 2, 8, 9 (caet. exclus.).

1855. *Ammonites Giebeli* v. Hauer, Beitr. z. Kennt. d. Ceph.-fauna d. Hallst. Schichten. Denkschr. Akad. Wissensch. Wien, IX. p. 165.

1893. *Sagenites Giebeli* v. Mojsisovis, Ceph. d. Hallst. Kalke, Abhandl. Geol. Reichsanst. VI/2, p. 167, Taf. XCVII. Fig. 7.

Ein Exemplar aus dem grauen Hallstätter Marmor des Taubensteins im Gosautal (coll. Kittl) kann auf diese schöne, leicht kenntliche Art bezogen werden.

Sagenites Werneri v. Mojsisovics.

1893. *Sagenites Werneri* v. Mojsisovics, Ceph. d. Hallst. Kalke, Abhandl. Geol. Reichsanst. VI/2, p. 176, Taf. CI, Fig. 2.

Diese bisher nur aus dem norischen Hallstätter Kalk des Sommeraukogels bekannte Art liegt mir auch in einem gut erhaltenen Exemplar vom Leisling (coll. Kittl) vor.

Sagenites subreticulatus v. Mojsisovics.

1893. *Sagenites subreticulatus* v. Mojsisovics, Ceph. d. Hallst. Kalke, Abhandl. Geol. Reichsanst. VI/2, p. 175, Taf. CI. Fig. 1.

Auch diese Spezies der norischen Hallstätter Kalke des Sommeraukogels hat sich in Kittls Aufsammlungen aus dem bunten Marmor des Leisling gefunden.

Sagenites princeps v. Mojsisovics.

1893. *Sagenites princeps* v. Mojsisovics, Cephal. d. Hallst. Kalke, Abhandl. Geol. Reichsanst. VI/2, p. 171, Taf. XCVIII. Fig. 1—3, XCIX. Fig. 1.

Von dieser norischen Spezies liegt ein Stück mit der Fundortsbezeichnung „Raschberg (Leisling)“ in Kittls Aufsammlungen. Es dürfte aus den Schichten mit *Sagenites Giebeli* stammen.

Subgen. **Trachysagenites** Mojs.

Trachysagenites Herbichi v. Mojsisovics.

1893. *Sagenites (Trachysagenites) Herbichi* v. Mojsisovics, Cephal. d. Hallst. Kalke, Abhandl. Geol. Reichsanst. VI/2, p. 180, Taf. CI. Fig. 3, CII. Fig. 1—6.

Eine vollständige Synonymenliste bei C. Diener, Cephal. triad. Foss Catal. Pars 8, 1915, p. 252.

Diese schöne, der julischen und tuvalischen Unterstufe gemeinsame Art ist in der Sammlung Dr. Heinrichs durch zwei vorzüglich erhaltene Exemplare aus den *Subbullatus*-Schichten des Feuerkogels vertreten.

Bemerkungen über das Vorkommen des *Trachysagenites Herbichi* in Californien.

Ob die zahlreichen Ammoniten aus dem Hosselkus limestone Californiens, die J. P. Smith unter dem Namen *Trachysagenites Herbichi* zusammengefaßt hat, wirklich einer einzigen Spezies angehören, möchte ich fast bezweifeln. Wenn man die auf Pl. XXVII, Fig. 2 und XXVIII, Fig. 3 abgebildeten Suturlinien miteinander vergleicht. so findet man zwischen denselben so tiefgreifende Unterschiede, daß eine spezifische Trennung ihrer Besitzer der sonst bei den triadischen Ammoniten üblichen engen Artfassung besser entsprechen dürfte. Während die auf Pl. XXVIII der Monographie von Hyatt und Smith zusammengestellten Typen wohl ohne Bedenken mit *T. Herbichi* vereinigt werden können, scheint mir ein solches Verfahren für den auf Pl. XXVII, Fig. 1, 2 abgebildeten Ammoniten nicht ratsam. Seine Suturlinie ist durch eine außerordentliche, den ersten Lateralsattel erheblich übertreffende Entwicklung des Externsattels ausgezeichnet, während bei dem Typus des californischen *T. Herbichi* der Externsattel dem Lateralsattel ein wenig an Größe nachsteht. In diesem Merkmal und auch in dem elliptischen Umriß des Gehäuses erinnert *Trachysagenites Smithii*, wie ich die neue, durch das auf Pl. XXVII. fig. 1, 2 illustrierte Exemplar repräsentierte amerikanische Art nennen möchte, an *T. glamocensis* Dien. Doch kommt eine Identifizierung beider Formen in Anbetracht des abweichenden Aus-

masses der Zerschlitzung der Lobenlinien nicht einen Augenblick in Frage. *T. glamocensis* besitzt dolichophyll zerschlitzte, *T. Smithii* ausgesprochen phylloide Suturelemente, steht also in dieser Hinsicht dem *T. Herbichi* entschieden näher als der bosnischen Spezies.

Trachysagenites sp. ind. aff. Herbichi Mojs.

Taf. IX, Fig. 5.

Das abgebildete Fragment aus der karnisch-norischen Mischfauna des Feuerkogels weist auf eine dem *Trachysagenites Herbichi* Mojs. sehr nahestehende Art hin. Doch möchte ich für dieselbe mit Rücksicht auf die durch den Erhaltungszustand des vorliegenden Stückes bedingten Lücken in der Diagnose keinen besonderen Speziesnamen vorschlagen.

In seinen Involutionsverhältnissen schließt unser Fragment sich der schmalen Varietät des *T. Herbichi* an. Auch in der Berippung stimmt es mit dieser Art überein.

Ein wesentlicher Unterschied liegt dagegen in der Beschaffenheit der Dornenspiralen. Bei einer Windungshöhe von 22 *mm* sind erst sieben auf jeder Schalenhälfte vorhanden, während *T. Herbichi* bei gleichen Dimensionen bereits die Normalzahl von elf Dornenspiralen aufweist. Ferner sind die Dornen außerordentlich zart, nicht selten quer verlängert und weniger kräftig entwickelt, als bei den von E. v. Mojsisovics beschriebenen alpinen Arten des Subgenus *Trachysagenites*. Das Gesamtbild der Ornamentierung weicht infolgedessen bei unserer neuen Art von jenem bei *T. Herbichi* erheblich ab.

Loben. Drei Viertel des letzten Umganges gehören bereits der Wohnkammer an. Die Loben konnten nur in Umrissen sichtbar gemacht werden, doch ließ sich ihre geringe Zahl mit Sicherheit feststellen. Nur drei Sättel stehen außerhalb der Naht. Diese Tatsache in Verbindung mit der Wohnkammerlänge und der Abwesenheit einer medianen Einsenkung im Externteil machen die Zugehörigkeit unserer Spezies zu *Protrachyceras* Mojs., an die man sonst wohl denken könnte, in hohem Maße unwahrscheinlich.

Vorkommen. Zahl der untersuchten Exemplare. Feuerkogel, karnisch-norische Mischfauna 1, coll. Heinrich.

Trachysagenites Beckei nov. sp.

Taf. V., Fig. 1.

Keine der bisher bekannten Arten dieses Subgenus erreicht die Dimensionen der vorliegenden. Das vorzüglich erhaltene Exemplar, das dieser Beschreibung zugrunde liegt, besitzt bei einem Durchmesser von 150 *mm* noch nicht die ganze Wohnkammer, da Spuren der abgebrochenen Schlußwindung sich entlang der Naht noch mindestens einen weiteren Quadranten über die Mündung hinaus verfolgen lassen.

In ihrer äußeren Gestalt und in ihren Involutionsverhältnissen gleicht unsere neue Art dem *Trachysagenites Herbichi* Mojsisovics. Doch flachen sich die Seitenteile in vorgerückten Wachstumsstadien noch etwas stärker ab.

Unterschiede, die eine Trennung von *T. Herbichi* rechtfertigen, liegen ausschließlich in der Beschaffenheit der Skulptur. Diese charakterisiert sich durch das erheblich stärkere Hervortreten der radialen Rippen, die teils einfach, teils gegabelt verlaufen und durch breitere Interkostalräume als bei *T. Herbichi* getrennt sind. Der Abstand zwischen den einzelnen Rippen ist noch größer als bei *T. erinaceus* v. Dittmar und übertrifft deren Breite um ein Mehrfaches. Erst in der vorderen Hälfte des Gehäuses schieben sich die Rippen enger zusammen. Auch wechseln stärkere und schwächere Rippen hier derart miteinander ab, daß die letzteren anfangs die dreifache, später die sechsfache Zahl der ersteren betragen. Außer den bis zum scharfen Nabelrand reichenden Hauptrippen ist eine geringere Zahl von Schaltrippen auf die obere Hälfte der Flanken beschränkt.

Am Beginn der Schlußwindung zählt man elf Dornenspiralen, wie bei *T. Herbichi* und bei *T. erinaceus*. In späteren Wachstumsstadien werden die Knoten auf den Flanken undeutlich und ver-

schwinden endlich ganz. An der Mündung persistieren nur die Extern- und Marginaldornen, die hier sechs Spiralen auf jeder Seite des Gehäuses bilden.

Die Dornen zeigen die gleiche Beschaffenheit wie bei *T. erinaceus* und *T. Herbichi.*

Im Gesamtbilde seiner Skulptur unterscheidet sich *T. Beckei* von den beiden genannten alpinen Arten und auch von *T. glamocensis* Diener (Gornjotriadička fauna cefalopoda iz Bosne, Glasnik, zemalj. muzeja u Bosni i Hercegovini, XXVIII. 1916, Sarajevo, 1917, p. 362, Taf. II, Fig. 1, 2) aus den *Subbullatus*-Schichten von Glamoć (Bosnien) durch die ungefähr gleich starke Entwicklung der Rippen- und Knotenskulptur, wenigstens am Beginn der Schlußwindung, während später die Rippenskulptur noch überwiegt.

Dimensionen. D = 150, A = 79, A′ = 63, L = 68, U = 29.

Loben nicht bekannt.

Vorkommen. Zahl der untersuchten Exemplare. Feuerkogel, *Subbullatus*-Schichten 1, coll. Heinrich.

Fam. **Tropitidae** v. Mojsisovics.

Gen. **Tropites** Mojs.

Tropites subbullatus v. Hauer.

1849. *Ammonites subbullatus* v. Hauer, über neue Cephalopoden v. Hallstatt und Aussee, Haidingers Naturwiss. Abhandl. III. p. 19, Taf. IV, Fig. 1—4 (non 5—7).

1879. *Ammonites subbullatus* Branca, Entwicklungsgesch. d. foss. Cephal. Palaeontograph. XXVI. p. 42, Taf. IV, Fig. 2.

1893. *Tropites subbullatus* v. Mojsisovics, Cephal. d. Hallst. Kalke. Abhandl. Geol. Reichsanst. VI/2, p. 187, Taf. CVI, Fig. 1—3, 5, 7, CVII. Fig. 1—8, CVIII. Fig. 1—6, CX. Fig. 6.

1900. *Tropites subbullatus* Geyer, Verhandl. Geol. Reichsanst. p. 128, 358.

1905. *Tropites subbullatus* Hyatt et Smith, Triassic Cephal. genera of America, U. S. Geol. Surv. Washington, Prof. Pap. No. 40, p. 67, Pl. XXXIII. fig. 1—7, XXXIV. fig. 1—14, LXXIX. fig. 1—10.

1906. *Tropites subbullatus* v. Arthaber, Alpine Trias, Lethaea mes. I 3, Taf. XLV. Fig. 6.

1906. *Tropites subbullatus* Diener, Palaeontol. Ind. ser. XV. Himal Foss. Vol. V. No. 1, Fauna Tropites limest. of Byans, p. 145, Pl. IV. fig. 6, 7.

1914. *Tropites subbullatus* Welter, Die obertriad. Ammoniten u. Nautiliden von Timor, Wanners Palaeontologie v. Timor, 1. Liefg. p. 110, Taf. XIX. Fig. 11—13.

1917. *Tropites subbullatus* Diener, Gornjotriadička fauna cefal. iz Bosne, Glasnik zemaljskog muzeja u Bosni i Hercegovini, Sarajevo XXVIII. 1916, p. 366, Tabl. I. sl. 5.

Diese bezeichnende Art der tuvalischen Unterstufe ist in der Sammlung Dr. Heinrichs durch fünf vorzüglich erhaltene Exemplare aus den *Subbullatus*-Schichten des Feuerkogels vertreten.

Tropites Telleri v. Mojsisovics.

1849. *Ammonites subbullatus* v. Hauer (ex parte), Über neue Cephalopoden von Hallstatt u. Aussee, Haidingers Naturwiss. Abhandl. III. Taf. IV. Fig. 7 (caet. exclus.).

1893. *Tropites Tellerie* v. Mojsisovis, Cephal. d. Hallst. Kalke, Abhandl. Geol. Reichsanst. VI/2, p. 201, Taf. CXI. Fig. 6—9, CXII. Fig. 3, 4.

Ein gut erhaltenes Exemplar dieser Spezies von mittlerer Größe (Durchmesser 48 *mm*) befindet sich in Dr. Heinrich's Sammlung aus den *Subbullatus*-Schichten des Feuerkogels.

Tropites fusobullatus v. Mojsisovics.

1893. *Tropites fusobullatus* v. Mojsisovics, Cephal. Hallst. Kalke, Abhandl. Geol. Reichsanst. VI/2, p. 194, Taf. CIX. Fig. 1—3.

Auch diese Art liegt mir in drei Exemplaren aus den *Subbullatus*-Schichten des Feuerkogels in der Sammlung Dr. Heinrich's vor.

Tropites discobullatus v. Mojsisovics.

1893 *Tropites discobullatus* v. Mojsisovics, Cephal. Hallst. Kalke, Abhandl. Geol. Reichsanst. VI/2, p. 212. Taf. CII. Fig. 7, 8, CIV. Fig. 1—6, CV. Fig, 2, 3, 4, 7.

1908 *T. discobullatus* Diener, Himalayan Foss. Palaeontol. Ind. ser. XV. Vol. V. Nr. 3, Ladinic, carnic and noric faunae of Spiti. p. 79, Pl. XIV. Fig. 1.

Ein wohlerhaltenes Exemplar von mittlerer Größe liegt mir aus den *Subbulatus*-Schichten am Feuerkogel (coll. Heinrich) vor. Bisher war die Art im Salzkammergut nur aus den *Subbullatus*-Schichten des Vordersandling und Raschberges bekannt.

Tropites torquillus v. Mojsisovics.

1849 *Ammonites subbullatus* v. Hauer (ex parte), Neue Cephal. von Hallstatt u. Aussee, Haidingers Naturwiss. Abhandl. III. Taf. IV, Fig. 5, 6 (1—4 exclus).

1893 *Tropites torquillus* v. Mojsisovics, Cephal. d. Hallst. Kalke, Abhandl. Geol. Reichsanst. VI 2, p. 210, Taf. CII. Fig. 1—8, CVI. Fig. 4.

Auch von dieser Art der tuvalischen Unterstufe, deren Verbreitung sich vermutlich über das alpine Gebiet hinaus nach Sizilien, dem Himalaya und Timor erstreckt, hat sich ein wohl erhaltenes Exemplar in den Aufsammlungen Dr. Heinrich's aus den *Subbullatus*-Schichten des Feuerkogels gefunden. Es stimmt mit dem von E. v. Mojsisovics auf Tafel CIII. Fig. 3 abgebildeten Stück in allen Merkmalen überein.

Tropites acutangulus v. Mojsisovics.

1893 *Tropites acutangulus* v. Mojsisovics, Cephal. d. Hallst. Kalke, Abhandl. Geol. Reichsanst. VI/2, p. 203, Taf. CXII. Fig. 1, 2.

Der echte *Tropites acutangulus* erscheint in der Sammlung Dr. Heinrich's durch ein wohlerhaltenes Stück aus den *Subbullatus*-Schichten des Feuerkogels repräsentiert.

Tropites cf. acutangulus Mojs. form. path.

(an gen. nov. sp. nov. ?).

Taf. VI, Fig. 5.

Das einzige mir vorliegende Stück repräsentiert das Wohnkammerexemplar eines typischen *Tropites acutangulus* Mojs., dem jede Andeutung eines Externkieles fehlt. Ich habe durch vorsichtiges Loslösen der Schlußwindung die Externseite des halben vorletzten Umganges freigemacht, ohne jedoch Spuren eines Externkieles zu finden. Die Externseite verbreitert sich, ähnlich wie bei den inneren Kernen des *Tropites subbullatus* Hau. und nimmt eine flachere Wölbung an, bleibt aber kiellos.

Da unser Stück in allen übrigen Merkmalen, in bezug auf Involution, Egression der Schlußwindung, Nabelweite Skulpturcharakter — winkelig geknickte Rippen, die aus Nabelknoten entspringen — Auftreten einer zarten Spiralstreifung etc. vollständig mit *Tropites acutangulus* übereinstimmt, so entsteht die Frage, ob wir den Mangel eines Kieles als ein pathologisches Merkmal deuten oder ihm einen generischen Wert beilegen sollen. Ich kann mich zu der letzteren Auffassung nicht entschließen, so lange das abgebildete Exemplar der einzige Vertreter des für dasselbe zu errichtenden neuen Genus bleiben müßte. Die Auffindung einer größeren Anzahl kielloser Tropiten würde selbstverständlich die Aufstellung einer neuen Gattung notwendig machen. Dieses neue Genus wäre wohl auch in eine andere Familie *(Sibiritidae?)* einzureihen, da die Beschaffenheit der Externseite bei den Triasammoniten ein Merkmal von hoher generischer Bedeutung darstellt und Konvergenzerscheinungen bei triadischen Ammoniten, die nur in diesem Merkmal voneinander abweichen, häufig sind.

Die Belassung unseres Stückes bei *Tropites acutangulus* als pathologisches Individuum darf daher nur als eine vorläufige Bestimmung gelten, deren Zweckmäßigkeit durch die Entdeckung weiterer kielloser Exemplare illusorisch werden müßte.

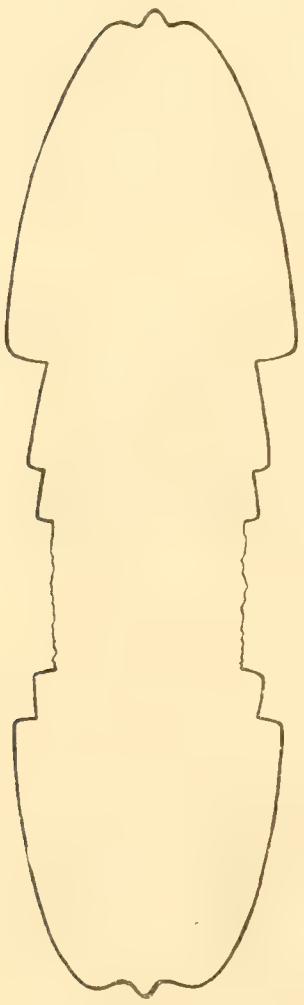
Vorkommen. Zahl der untersuchten Exemplare. Feuerkogel, *Subbullatus*-Schichten 1, coll. Heinrich.

Tropites Klebelsbergii nov. sp.

Taf. IX, Fig. 4, Textfig. 19.

Diese außergewöhnlich schmale, weitnabelige Form schließt sich enge an *Tropites Telleri* v. Mojsisovics (l. c. p. 201, Taf. CXI. Fig. 6—9, CXII. Fig. 3, 4) und *T. acutangulus* v. Mojsisovics (l. c. p. 203, Taf. CXII. Fig. 1, 2) an. Mit der letzteren Art teilt die vorliegende die Konstanz der Breite des Windungsquerschnittes am Beginn und Ende der Schlußwindung, mit der ersteren den Charakter der Oberflächenskulptur. Von beiden unterscheidet sie sich durch die auffallende Schlankheit der Windungen, deren Höhe die Dicke noch übertrifft, ein für Tropiten aus der Gruppe der *bullati* ungewöhnliches Querschnittsverhältnis. Nur *T. Quenstedti* v. Mojsisovics (l. c. p. 202, Taf. CXXVII. Fig. 10) weist einigermaßen ähnliche Querschnittsverhältnisse auf, steht jedoch trotz weitgehender äußerer Ähnlichkeit in minder engen verwandtschaftlichen Beziehungen zu unserer neuen Spezies als *T. Telleri*. Die inneren Umgänge sind nämlich bei *T. Quenstedti*, ebenso wie bei *T. subbullatus*, unmittelbar am Nabelrande angeheftet, während diese Anheftung bei *T. Klebelsbergii* — übereinstimmend mit *T. Telleri* und *T. acutangulus* — erst außerhalb des Nabelrandes erfolgt. Auch besitzt unsere Art bei einer Windungshöhe von 20 *mm* ausgeprägte Nabelknoten, während solche bei *T. Quenstedti* fehlen.

Fig. 19.



Tropites Klebelsbergii Dien.

Querschnitt durch ein großes Exemplar aus der *Subbullatus*-Linse des Feuerkogels, coll. Heinrich.

Von meinen beiden dieser Art zugehörigen Stücken übertrifft das eine in den Dimensionen noch das Originalexemplar des *T. Quenstedti*, das E. v. Mojsisovics aus den *Ellipticus*-Schichten des Feuerkogels vorlag, zählt somit zu den größten Repräsentanten der Gattung. An diesem Stück, von dem Textfigur 19 einen Querschnitt zeigt, sind die beiden letzten Umgänge erhalten, jedoch die Partien in der Umgebung des Nabels der Beobachtung entzogen. Dagegen ist das zweite kleinere Stück von 53 *mm* Durchmesser fast bis zu den innersten Windungen im Nabeltrichter hinab erhalten, so daß beide Stücke einander in glücklichster Weise ergänzen.

In der Oberflächenskulptur besteht eine sehr nahe Übereinstimmung mit *T. Telleri*. Noch am Beginn der Schlußwindung des großen Exemplars sind kräftige Nabelknoten vorhanden, die erst im letzten Drittel dieses Umganges verschwinden. Hingegen entbehren die inneren Kerne der Nabelknoten, die sich erst bei einer Windungshöhe von 17—20 *mm* einstellen. Die Rippenteilungen vollziehen sich regelmäßig an der Nabelkante, sobald die Nabelknoten zur Entwicklung gelangen. Auf den inneren Umgängen herrschen einfache Rippen vor. Die Biegung der Rippen außerhalb des Nabelrandes ist keineswegs so stark wie bei *T. acutangulus*. Im ganzen schließt sich daher unsere neue Art, was die Oberflächenskulptur betrifft, näher an *T. Telleri* als an *T. acutangulus* an.

Das kleine Exemplar zeigt den Kiel über den Externteil hervortretend und von diesem nur durch ganz schmale, seichte Rinnen geschieden. Bei dem großen Exemplar ist er, wie bei *Arietites*, von breiten, tief eingesenkten Hohlkehlen begleitet.

Die Egression der Schlußwindung reicht bei dem großen Exemplar bis in die Marginalzone des vorletzten Umganges.

Dimensionen. $D = 110$ (53), $A = 39$ (16), $A' = 32$ (11·5), $L = 31$ (16), $U = 16$ (24).

Loben. Übereinstimmend mit jenen des *T. subbullatus*.

Vorkommen. Zahl der untersuchten Exemplare. Feuerkogel, *Subbullatus*-Schichten 2, coll. Heinrich.

Subgen. **Paratropites** v. Mojsisovics.

Paratropites Phoenix v. Mojsisovics.

1893 *Tropites (Paratropites) Phoenix* v. Mojsisovics, Cephal. d. Hallst. Kalke, Abhandl. Geol. Reichsanst. VI/2, p. 248, Taf. CXV. Fig. 19, CXVI. Fig. 2—5.

E. v. Mojsisovics kannte diese Art aus den *Subbullatus*-Schichten des Raschberges und des Vordersandling. Mir liegt auch ein wohlerhaltenes Exemplar aus den gleichalterigen Schichten des Feuerkogels (coll. Heinrich) vor.

Paratropites Saturnus v. Dittmar.

1866 *Ammonites Saturnus* v. Dittmar, Zur Fauna der Hallst. Kalke, Geognost. Palaeontol. Beitr. v. Benecke etc. I, p. 367, Taf. XVI. Fig. 1—3, 7 (non 4—6, 8).

1893 *Tropites (Paratropites) Saturnus* v. Mojsisovics, Cephal. d. Hallst. Kalke, Abhandl. Geol. Reichsanst. VI/2, p. 240, Taf. CXIII. Fig. 20—22, CXIV. Fig. 1, 3, 11, 12, CXV. Fig. 7, 8, 12.

Zwei Exemplare dieser Spezies haben sich in der Sammlung Dr. Heinrich's aus den *Subbullatus*-Schichten des Feuerkogels gefunden.

Paratropites Pintneri nov. sp.

Taf. VII, Fig. 5.

Es liegt mir nur ein leider nicht vollständig erhaltenes Stück dieser neuen Art vor, das bereits die Wohnkammer zu besitzen scheint. Von den bisher beschriebenen Arten des Subgenus *Paratropites* unterscheidet es sich in so deutlicher Weise, daß ich kein Bedenken trage, es als Typus einer selbständigen Spezies anzusehen.

In seiner äußeren Erscheinung erinnert es zunächst an gleich große Exemplare der *var. crassa* des *Paratropites Sellai* v. Mojsisovics (l. c. p. 242, Taf. CXIV. Fig. 2, 4—10, CXV. Fig. 5, 6, 9, 10, 11, CXIII. Fig. 23), insbesondere an die in Fig. 10 und 11 auf Taf. CXV. abgebildeten Stücke aus den *Subbullatus*-Schichten des Raschberges, ist aber durch einen den Externteil stärker überragenden, von schwach ausgeprägten Längsfurchen begleitenten Kiel und durch einen engeren Nabel ausgezeichnet. Die Hauptunterschiede gegenüber *P. Sellai* und dessen Verwandten, wie *P. Saturnus* Dittm., die noch zu einem Vergleich herangezogen werden könnten, liegen jedoch in der Beschaffenheit der Skulptur.

Unserer neuen Art fehlen nicht nur die Nabelknoten, die bei *P. Sellai, P. Saturnus* und überhaupt der überwiegenden Mehrzahl der *Tropites aequabiles* den Ausgangspunkt der Berippung bilden, sondern die Nabelregion ist glatt und erst außerhalb derselben beginnen die zahlreichen scharfkantigen Rippen. Zu den flachen Lateralrippen des *P. Sellai* stehen diese Rippen durch ihre Schärfe in einem auffallenden Gegensatz. Sie sind streng radial gerichtet und erleiden erst in der Marginalregion eine leichte Beugung nach vorwärts, erlöschen jedoch, ehe sie den hohen Marginalkiel erreichen.

Dimensionen. $D = 37$, $A = 22$, $A' = 13$, $L = 21$, $U = 3$.

Loben. Nicht bekannt.

Vorkommen. Zahl der untersuchten Exemplare. Feuerkogel, *Subbullatus*-Schichten 1, coll. Heinrich.

Paratropites Myronis nov. sp.

Taf. VII, Fig. 7, VIII, Fig. 10.

An *Paratropites Pintneri* schließt sich *P. Myronis* nahe an. Beide stimmen in der Beschaffenheit des sehr engen Nabels und in dem Mangel einer Skulptur in der Umbilikalregion überein.

Unsere neue Art ist stärker komprimiert und hochmündiger als *P. Pintneri*. Schon Jugendexemplare besitzen einen sehr schmalen Querschnitt. Bei einem meiner kleinsten Exemplare entspricht einer Windungshöhe des letzten Umganges von 17 *mm* eine Breite von nur 11 *mm*. Im ganzen liegen mir acht Exemplare vor, deren Durchmesser von 27 bis zu 50 *mm* beträgt. Der hohe, gerundete Mediankiel ragt direkt aus dem gewölbten Externteil empor und wird nicht von seitlichen Furchen begleitet.

Der Hauptunterschied gegenüber *Paratropites Pintneri* liegt in der Oberflächenskulptur, die bei unserer Art nicht aus gerade verlaufenden, sondern aus Sichelrippen besteht. Diese beginnen erst außerhalb der Nabelregion und sind von sehr ungleicher Stärke. Auf der Wohnkammer nehmen die Intercostalräume erheblich an Breite zu. Die meisten Rippen erreichen hier ihre größte Stärke in der oberen Seitenhälfte. Bei manchen sind überhaupt nur die Halbmonde in der Nähe der Marginalzone deutlich ausgeprägt. Selbst bei den Jugendexemplaren fehlt jede Andeutung einer Umbilikalskulptur.

Dimensionen. $D = 48$, $A = 27$, $A' = 17$, $L = 18$, $U = 4 \cdot 5$.

Loben. Die Präparation der Suturlinie ist mir nur an einem Exemplar entsprechend einer Windungshöhe von 18 *mm* in befriedigender Weise gelungen. Sättel brachyphyll gekerbt. Der Externsattel ist der größte Sattel, der erste Lateralloblus der tiefste Lobus. Auf den zweiten Lateralsattel folgen noch zwei Hilfsloben und ebensoviele Sättel außerhalb der Naht.

Vorkommen. Zahl der untersuchten Exemplare. Feuerkogel, *Subbullatus*-Schichten 7, coll. Heinrich, 1, coll. Kittl.

Gen. **Discotropites** Hyatt et Smith.

Discotropites Sandlingensis v. Hauer.

1849 *Ammonites Sandlingensis* v. Hauer, Über neue Ceph. von Halistatt u. Aussee, Haidinger's Naturwissenschaftl. Abhandl. III, p. 10, Taf. III, Fig. 10—12.

1866 *Ammonites Sandlingensis* v. Dittmar, Zur Fauna d. Hallst. Kalke, Geognost. Palaeontol. Beitr. v. Benecke etc., I, p. 370.

1893 *Eutomoceras Sandlingense* v. Mojsisovics, Cephal. d. Hallst. Kalke, Abhandl. Geol. Reichsanst. VI/2, p. 285, Taf. CXXX, Fig. 11—13, CXXXI, Fig. 1—11.

Eine vollständige Liste der Synonyma bei Diener, Ceph. triad. Foss. Catal., Pars 8, 1915, p. 126.

Von dieser der julischen und tuvalischen Unterstufe der Obertrias gemeinsamen Art liegt ein schönes Exemplar aus den *Subbullatus*-Schichten des Feuerkogels in der Sammlung Dr. Heinrich's.

Discotropites Theron v. Dittmar.

1866 *Ammonites Theron* v. Dittmar, Zur Fauna d. Hallst. Kalke, Geognost. Palaeontol. Beitr. v. Benecke etc., I, p. 370, Taf. XVI, Fig. 15—17.

1893 *Eutomoceras Theron* v. Mojsisovics, Cephal. d. Hallst. Kalke, Abhandl. Geol. Reichsanst. VI/2, p. 288, Taf. CXXX, Fig. 7—10.

1904 *Eutomoceras Theron* Gemmellaro, Cephal. Trias sup. reg. occ. d. Sicilia, p. 79, Taf. XXIX, Fig. 28.

Auch diese Spezies ist der julischen und tuvalischen Unterstufe im Salzkammergut gemeinsam. Die Sammlung Dr. Heinrich's enthält ein Exemplar aus den *Subbullatus*-Schichten des Feuerkogels.

Discotropites Plinii v. Mojsisovics.

1893 *Eutomoceras Plinii* v. Mojsisovics, Cephal. d. Hallst. Kalke, Abhandl. Geol. Reichsanst. VI 2, p. 289, Taf. CXXX, Fig. 4—6.

Diese bisher nur aus der julischen Unterstufe (Schichten mit *Lobites ellipticus* und mit *Trachyceras austriacum*) am Feuerkogel bekannte Art ist in der Sammlung Dr. Heinrich's durch vier Exemplare aus den *Subbullatus*-Schichten der gleichen Lokalität vertreten.

Discotropites Sengeli v. Mojsisovics.

1893 *Eutomoceras Sengeli* v. Mojsisovics, Cephal. d. Hallst. Kalke, Abhandl. Geol. Reichsanst. VI 2, p. 294, Taf. CXXXI, Fig. 14.

Ein in seinen Dimensionen mit dem Original dieser Art aus den *Subbullatus*-Schichten des Vordersandling genau übereinstimmendes Exemplar aus den gleichalterigen Bildungen des Feuerkogels (coll. Heinrich) kann unbedenklich zu der genannten Spezies gestellt werden. Auch an unserem Stück sind neun Dornenspiralen sichtbar. Auch vollzieht sich die Rippenspaltung an der vierten Dornenspirale. Als einzige Unterscheidungsmerkmale könnten die etwas größere Stärke und die ein wenig stärker ausgesprochene sichelförmige Beugung der Flankenrippen hervorgehoben werden. Doch wird man diesen Unterschieden höchstens den Wert von Varietätsmerkmalen zugestehen dürfen.

Gen. **Margarites** v. Mojsisovics.

Margarites auctus v. Dittmar.

1866 *Ammonites auctus* v. Dittmar, Zur Fauna d. Hallst. Kalke, Geogn. Palaeontol. Beitr. v. Benecke etc. I, p. 367.

1893 *Margarites auctus* v. Mojsisovics, Cephal. Hallst. Kalke, Abhandl. Geol. Reichsanst. VI/2, p. 305, Taf. CXVIII, Fig. 13, CXXVIII, Fig. 2.

K. v. Dittmar und E. v. Mojsisovics kannten diese Art nur aus den *Subbullatus*-Schichten des Vordersandling. Dr. Heinrich hat ein Exemplar derselben in den gleichalterigen Bildungen des Feuerkogels gesammelt.

Margarites circumspinatus v. Mojsisovics.

1893 *Margarites circumspinatus* v. Mojsisovics, Cephal. d. Hallst. Kalke, Abhandl. Geol. Reichsanst. VI/2, p. 299, Taf. CXVII, Fig. 6, 9, 10.

1904 *M. circumspinatus* Gemmellaro, Cephal. Trias sup. d. reg. occ. d. Sicilia, p. 124.

1906 *M.* cf. *circumspinatus* Diener, Pal. Ind. ser. XV, Himalayan Foss., Vol. V, Pt. 1, Fauna of the Tropites limest. of Byans, p. 141, Pl. I, fig. 7, III, fig. 7.

Eine größere Anzahl vorzüglich erhaltener Exemplare dieser der julischen und tuvalischen Unterstufe gemeinsamen Spezies liegen mir in der coll. Heinrich aus den *Subbullatus*-Schichten des Feuerkogels vor, während die Art an dieser Lokalität bisher nur aus den *Ellipticus*-Schichten bekannt war.

Margarites nov. sp. ind. aff. **circumspinato** Mojs.

Taf. IX, Fig. 6.

Das einzige, leider keineswegs tadellos erhaltene Stück, das meiner Beschreibung zugrunde liegt, gestattet keine sichere Entscheidung der Frage, ob wir es hier mit einer selbständigen Art oder nur mit einer Varietät des *Margarites circumspinatus* zu tun haben, die sich durch eine Veränderung der Skulptur im vorderen Teil der Schlußwindung auszeichnet. Ich ziehe es daher vor, von der Einführung eines neuen Speziesnamens abzusehen, um einer Entscheidung dieser Frage nicht vorzugreifen.

Die Skulptur der inneren Umgänge und der ersten Hälfte der Schlußwindung stimmt mit jener des *M. circumspinatus* überein. Die Zahl der sehr schwach ausgeprägten Nabelknoten ist jener der kräftigen Marginaldornen gleich. Beide sind durch klotzige, radial gestellte Pilae verbunden. An die Stelle dieser Pilae treten in der vorderen Hälfte der Schlußwindung Sichelrippen, indem zugleich die Zwischenräume zwischen den Knoten enger werden, so daß deren Zahl und damit auch die Dichte der Berippung zunimmt. Die Externrippen sind nur sehr schwach ausgeprägt und tragen keine akzessorischen Externknoten. Der hohe Externteil scheint nicht gekerbt zu sein.

Vorkommen. Zahl der untersuchten Exemplare. Feuerkogel, *Subbullatus*-Schichten 1, coll. Heinrich.

Margarites Jokelyi v. Hauer.

1855 *Ammonites Jokelyi* v. Hauer, Beitr. z. Kenntn. d. Ceph.-Fauna d. Hallst. Schichten, Denkschr. Akad. Wissensch. Wien, IX., p. 151, Taf. IV, Fig. 1, 2, 7 (non 3, 6).

1879 *Tropites Jokelyi* Branca, Beitr. z. Entwicklungsgesch. d. foss. Cephalopoden, Palaeontograph. XXVI, p. 42, Taf. V, Fig. 3.

1893 *Margarites Jokelyi* v. Mojsisovics, Cephal. d. Hallst. Kalke, Abhandl. Geol. Reichsanst. VI/2, p. 301, Taf. CXVII, Fig. 11—14, CXVIII, Fig. 1—4, 7.

1904 *M. Jokelyi* Gemmellaro, Cephal. Trias sup. d. reg. occ. d. Sicilia, p. 125.

Zahlreiche Exemplare dieser der julischen und tuvalischen Unterstufe gemeinsamen Art liegen in der Sammlung Dr. Heinrich's aus den *Subbullatus*-Schichten des Feuerkogels. Ich selbst habe ein sicher bestimmbares Windungsbruchstück an der gleichen Lokalität im Sommer 1919 gefunden.

Margarites Arionis v. Mojsisovics.

1893 *Margarites Arionis* v. Mojsisovics, Cephal. Hallst. Kalke, Abhandl. Geol. Reichsanst. VI/2, p. 300, Taf. CXVII, Fig. 7, 8.

Diese gleich dem *Margarites auctus* Dittm. durch das Auftreten akzessorischer Externknoten gekennzeichnete Art ist wohl in den *Subbullatus*-Schichten des Vordersandling, am Feuerkogel jedoch bis 1908 nur in den *Ellipticus*-Schichten gefunden worden. Aus den *Subbullatus*-Schichten der letzteren Lokalität stammt ein tadellos erhaltenes Exemplar in der Sammlung Dr. Heinrich's, das dem größeren der beiden von E. v. Mojsisovics abgebildeten Stücke in seinen Dimensionen gleichkommt.

Margarites senilis v. Mojsisovics.

1893 *Margarites senilis* v. Mojsisovics, Cephal. d. Hallst. Kalke, Abhandl. Geol. Reichsanst. VI/2, p. 307, Taf. CXVIII, Fig. 8—10, 12, 14—16.

Auch diese Art reicht aus den *Ellipticus*-Schichten bis in die *Subbullatus*-Zone hinauf. In der Sammlung Dr. Heinrich's befinden sich zwei Exemplare derselben aus den *Subbullatus*-Schichten des Feuerkogels, die somit einen bemerkenswerten Reichtum an Arten des Genus *Margarites* aufweisen.

Margarites Ladislai v. Mojsisovics.

1893 *Margarites Ladislai* v. Mojsisovics, Cephal. d. Hallst. Kalke. Abhandl. Geol. Reichsanst. VI/2, p. 303, Taf. CXVIII, Fig. 11, CXIX, Fig. 1.

Aus den Aufsammlungen Kittls in den *Subbullatus*-Schichten des Feuerkogels (1909) ist mir ein vorzüglich erhaltenes Exemplar dieser Spezies bekannt geworden, das in seinen Dimensionen und Skulpturmerkmalen vollständig mit dem von E. v. Mojsisovics auf Taf. CXIX abgebildeten Original aus den *Ellipticus*-Schichten an der gleichen Lokalität übereinstimmt.

Aus der tuvalischen Unterstufe wird diese Art von E. v. Mojsisovics nur vom Vordersandling zitiert.

Gen. **Waldthausenites** Welter.

Welter (Die obertriad. Ammononiten etc. von Timor, l. c. p. 167) hat diese Gattung für einen Ammoniten aus der timoresischen Obertrias errichtet, den er mit einer kiellosen Spezies des Genus *Sirenites* aus dem julischen Hallstätter Kalken des Feuerkogels vergleicht. Mir liegen zwei Zwergformen dieser indonesischen Gattung aus den gleichen Schichten vor, die sich an das Genus *Discotropites* Hyatt et Smith zunächst anzuschließen scheinen.

In ihrer äußeren Erscheinung weisen sie eine große Ähnlichkeit mit den *Discotropites striati* auf. Sie sind hochmündig, enggenabelt, gekielt und zeigen eine mit Sichelrippen bedeckte Schalenoberfläche. Ein wesentlicher Unterschied besteht jedoch in der Beschaffenheit des Kiels. Dieser wird von den Rippen übersetzt und gekerbt, ähnlich wie bei *Haidingerites acutinodis* v. Hauer. Die in diesem einzigen Merkmal liegende Ähnlichkeit mit *Haidingerites* Mojs. wird jedoch durch die vollständig abweichenden Einrollungs- und Skulpturverhältnisse mehr als aufgewogen.

Die Suturlinie zeigt brachyphyll gekerbte Sättel. Der Externlobus ist der tiefste Lobus, des Externsattel der höchste Sattel. Außer den beiden Lateralsätteln sind auch Auxiliarelemente vorhanden.

Der gekerbte, bei einer der beiden hieher gehörigen Arten geradezu in Externohren aufgelöste Kiel bedingt eine generische Trennung dieser Formen von *Discotropites*, zu dem sonst enge verwandtschaftliche Beziehungen bestehen dürften. Allerdings könnte auch an solche zu *Parathisbites* Mojs. aus der Familie der *Ceratitidae* gedacht werden. Doch macht die, freilich nicht genau bekannte Länge der Wohnkammer die Zugehörigkeit zur Familie der *Tropitidae* wahrscheinlicher.

Waldthausenites Idunae nov. sp.

Taf. IX, Fig. 8, 9, Textfig. 20.

In Fig. 8 ist das größte der mir vorliegenden Exemplare zur Abbildung gebracht. Drei Viertel der letzten, noch nicht vollständig erhaltenen Windung fallen bereits der Wohnkammer zu.

In den Einrollungsverhältnissen, im Querschnitt und in der Skulptur der Gehäuse besteht eine weitgehende Ähnlichkeit mit jugendlichen Exemplaren des *Discotropites Sandlingensis* Hau., zum Beispiel mit dem von E. v. Mojsisovics in Fig. 6 auf Taf. CXXXI des zweiten Teiles seiner Monographie der Hallstätter Cephalopoden abgebildeten Stück. Die Unterschiede beschränken sich auf die Beschaffenheit des Externkiels, beziehungsweise auf dessen Beeinflussung durch die Skulptur der Seitenteile. Die sichelförmig geschwungenen Rippen, die ein wenig zarter und dichte gedrängt sind als bei *D. Sandlingensis*, machen vor dem verhältnismäßig niedrigen Externkiel nicht halt, sondern übersetzen denselben, indem sie gleichzeitig eine Erhöhung an den Übergangsstellen bewirken. Der Externkiel erscheint infolgedessen gekerbt, doch sind die Kerben nur von geringer Tiefe.

Fig. 20.

Waldthausenites Idunae Dien. Suturlinie, dreimal vergrößert.

Dimensionen. $D = 23$ (16), $A = 13$ (9), $L = 7$ (7), $U = 3$ (2·5).

Loben. Die Suturelemente nehmen vom Externlobus bis zur Naht regelmäßig an Größe ab. Der sehr tiefe Externlobus wird durch einen niedrigen Medianhöcker geteilt. Lateralloben dreispitzig. Sättel brachyphyll gekerbt. Außerhalb der Naht stehen noch zwei Auxiliarloben und ein Auxiliarsattel.

Vorkommen. Zahl der untersuchten Exemplare. Feuerkogel, julische Halstätter Kalke 10, coll. Kittl.

Waldthausenites Forsteri nov. sp.

Taf. VIII, Fig. 6.

Diese Art unterscheidet sich von *Waldthausenites Idunae* durch ihre weniger dichte aber kräftigere Skulptur und durch die stärker individualisierten Kielknoten. Die nach vorwärts gerichteten Sichelrippen schließen sich auf den Mittelkiel zu einer Reihe spiral verlängerter Externohren zusammen. Es entsteht dadurch in der Gestalt des Externkiels eine gewisse Ähnlichkeit mit *Haidingerites* Mojs.

Dimensionen. $D = 20$, $A = 11$, $L = 6 \cdot 5$, $U = 2$.

Loben. Nicht bekannt.

Vorkommen. Zahl der untersuchten Exemplare. Feuerkogel, julische Hallstätter Kalke 2, coll. Heinrich.

Fam. **Sibiritidae** v. Mojsisovics.

Gen. **Sibirites** v. Mojsisovics.

Subgen. **Metasibirites** v. Mojsisovics.

Metasibirites annulosus v. Mojsisovics.

1893, *Sibirites annulosus* v. Mojsisovics, Cephal. d. Hallst. Kalke, Abhandl. Geol. Reichsanst. VI, 2, p. 330, Taf. CXXIV, Fig. 8—10.

E. v. Mojsisovics zitiert diese Spezies aus den beiden unternorischen Faunen des Gastropodenmarmors am Vordersandling und der Linse mit *Glyphidites dacens* nächst dem Ferdinandstollen am Röthelstein. Ich habe sie auch in Kittls Aufsammlungen aus dem grauen Marmor des Taubensteins im Gosautal konstatiert.

Metasibirites Krumbeckii nov. sp.

Taf. VI, Fig. 6.

In die Verwandtschaft des *Metasibirites annulosus* Mojs. und des *M. Uhligi* v. Mojsisovics (l. c. p. 331, Taf. CXXIV, Fig. 5, 6) gehört eine neue Art dieser Untergattung; die durch sehr langsam anwachsende zahlreiche Windungen charakterisiert ist.

Die inneren Umgänge sind, wie bei *M. Uhligi,* mit kräftigen Dornen versehen, die knapp an der Naht des nächstfolgenden Umganges stehen. Von ihnen strahlen die radialen Stammrippen aus. Schon am Beginn der Schlußwindung verschwinden die Dornen, aber auch Rippenspaltungen gelangen nur noch selten zur Beobachtung. Vielmehr bleiben die meisten Rippen einfach oder spalten schon am Nabelrande. Sie gehen ohne Unterbrechung über den Externteil. Die Berippung ist auf dem vorderen Teil der Schlußwindung dichter als am Beginn derselben.

Dimensionen. $D = 17$, $A = 4$, $L = 5$, $U = 9 \cdot 5$.

Loben. Nicht bekannt.

Vorkommen. Zahl der untersuchten Exemplare. Leisling, norische Stufe 1, coll. Heinrich.

Gen. **Miltites** v. Mojsisovics.

Miltites Josephi nov. sp.

Taf. VIII, Fig. 5.

Diese neue Art kann leider nur auf ein einziges, unvollständiges Exemplar begründet werden, das jedoch so auffallende Merkmale aufweist, daß sie zur Feststellung der Diagnose ausreichend erscheinen.

Die Spezies zählt zu den größten der Gattung, da der Durchmesser des Stückes, dessen letzter Umgang ausschließlich der Wohnkammer angehören dürfte, jenem des von E. v. Mojsisovics in Fig. 2 auf Taf. CXXVI des zweiten Bandes seiner Monographie der Hallstätter Cephalopoden abgebildeten großen Wohnkammerexemplars des *Miltites Rastli* Mojs. gleichkommt.

In seiner äußeren Erscheinung steht *M. Josephi* dem *M. Reuteri* v. Mojsisovics (l. c. p. 338, Taf. CXXVI, Fig. 1) am nächsten, erinnert aber noch mehr als diese Art an einen Vertreter des Genus *Acrochordiceras* Hyatt, weil die Skulptur auf der Externseite nicht unterbrochen ist. Das Gehäuse ist noch globoser als bei *M. Reuteri*, indem die Dicke der Schlußwindung, deren Höhe um mehr als ein volles Drittel übertrifft. Die größte Dicke fällt in die Region des Nabelrandes. Der Nabel ist enger und die Skulptur weniger dicht als bei der genannten Spezies.

Aus den kräftigen Umbilikalknoten entspringen Rippenpaare, doch schalten sich zwischen diese gelegentlich noch Einzelrippen ein, die den Nabelrand nicht erreichen. Die Rippen erlangen ihre größte Breite auf dem Externteil und übersetzen denselben wie bei *M. Hoelderi* v. Mojsisovics (l. c. p. 336, Taf. CXXVI, Fig. 4), ohne entlang der Medianlinie eine Vertiefung oder Unterbrechung zu erfahren. Andeutungen von Externknoten fehlen.

Dimensionen. $D = 34$, $A = 21$, $L = 32$, $U = 6$.

Loben. Nicht bekannt.

Vorkommen. Zahl der untersuchten Exemplare. Feuerkogel, *Subbullatus*-Schichten, 1, coll. Kittl.

Fam. **Celtitidae** v. Mojsisovics.

Gen. **Celtites** v. Mojsisovics.

E. v. Mojsisovics unterscheidet innerhalb der Gattung *Celtites* drei größere Abteilungen, jene der *multispirati*, der *acutoplicati* und der *annulati (Cycloceltites)*, endlich eine isolierte, durch das Auftreten verkehrt imbrizierter Rippen in den Jugendstadien ausgezeichnete Form, *C. julianus*.

Die *multispirati*, die in *C. Halli* Mojs. im andinen Faunenreich einen Vertreter besitzen, reichen von der anisischen bis in die karnische Stufe. Die *acutoplicati* sind nach E. v. Mojsisovics auf die karnische, die *annulati* auf die norische Stufe beschränkt.

Spätere Untersuchungen haben gezeigt, daß die von E. v. Mojsisovics angenommenen scharfen Grenzen zwischen den einzelnen Gruppen sich verwischen und daß Übergangsformen zwischen denselben existieren. So zeigt *Celtites Athanae* Gemmellaro (Cefal. Trias sup. d. reg. occ. d. Sicilia, 1904, p. 9, Tav. XXV, fig. 19—22) aus den karnischen Hornsteinkalken von Modanesi auf den inneren Umgängen die Skulptur der *C. acutoplicati*, auf der Schlußwindung jene der *C. multispirati*. *Celtites perauritus* Diener (Palaeontol. Ind. ser. XV, Himal. Foss. Vol. V, Pt. 3, Ladinic, carnic and noric faunae of Spiti, 1908, p. 30, Pl. VI, fig. 13) vereinigt die Skulptur der *C. acutoplicati* mit dem Auftreten der sonst dem Subgenus *Cycloceltites* eigentümlichen Paulostomrippen. Als eine vierte selbständige Gruppe ist jedenfalls jene des *Celtites trigonalis* Diener (l. c. p. 29, Pl. VI, fig. 11) anzusehen, der außer dieser Art aus dem wahrscheinlich ladinischen Daonellenkalk von Spiti auch *C. contractifrons* Diener (The fauna of the Pentacrinus limest. of Painkhanda ibidem, Vol. VI, No. 2, 1909, p. 18, Pl. V, fig. 6, 7) aus der karnischen Stufe der Himalayatrias angehört. Dieser Gruppe sind Parabelohren und periodisch auftretende Knickungen der Röhre eigentümlich. Eine fünfte Gruppe endlich ist durch *C. arnauticus* v. Arthaber (Die Trias von Albanien, Beitr. z. Geol. u. Pal. Österr.-Ungarns etc. XXIV, 1911, p. 267, Taf. XXIV, Fig 7) aus den skythischen Hallstätter Kalken von Kčira repräsentiert, dessen Skulptur aus Schaleneinschnürungen besteht, die von nicht resorbierten alten Mundrändern herrühren.[1]

[1] G. v. Arthabers (l. c. p. 266) Meinung, daß *Paraceltites* Gemmellaro mit *Celtites* Mojs. zu vereinigen sei, kann ich nicht teilen. Das von Gemmellaro angegebene Unterscheidungsmerkmal — der ungeteilte Externlobus von *Paraceltites* — begründet einen ausreichenden Unterschied zwischen der permischen Gattung und allen triadischen Celtiten, von der Gruppe der *C. annulati* abgesehen, die dafür wieder in ihrer Skulptur von *Paraceltites* erheblich abweichen.

In dieser weiten Fassung schließt das Genus *Celtites* sehr verschiedenartige Elemente in sich, die strenge genommen nur durch drei Merkmale — lange Wohnkammer, zahlreiche, langsam anwachsende, einander kaum umhüllende Windungen, einfach gestaltete Suturlinie — zusammengehalten werden. Der Abtrennung der Gruppe der *C. annulati* als Subgenus *Cycloceltites* Mojs. würde eine Erhebung der Gruppen des *C. trigonalis* und des *C. arnauticus* zu besonderen Untergattungen *(Indoceltites, Arnautoceltites)* durchaus entsprechen.

Die neuen Arten aus den Hallstätter Kalken des Salzkammergutes, die hier zur Beschreibung gelangen, entfallen auf die beiden Gruppen der *acutuplicati* und *annulati (Cycloceltites).*

Celtites laevissimus nov. sp.

Taf. VII, Fig. 7.

Unter diesem Namen fasse ich zwei Exemplare aus der Gruppe der *Celtites acutoplicati* zusammen, die sich durch ein Erlöschen der Radialskulptur auszeichnen, das vor der Erreichung des Reifestadiums aber in sehr verschiedenen Perioden des Wachstums eintritt.

Bei dem in Fig. 7 abgebildeten Stück ist die aus radial verlaufenden, kräftigen Rippen bestehende Querskulptur bis zum Beginn der Schlußwindung in regelmäßiger Weise ausgebildet. Im ersten Viertel des letzten Umganges folgen noch drei Rippen in sehr ungleichen Abständen, von denen die dritte nur eben noch angedeutet erscheint. Der ganze übrige Teil der Schlußwindung ist vollkommen glatt. An dem zweiten Stück beschränkt sich die Querskulptur auf die innersten Windungen, während die letzten zweieinhalb Umgänge glatt sind.

Unsere neue Art dürfte dem *Celtites laevior* (Kittl) Diener (Gornjotradička fauna cefalopoda iz Bosne, Glasnik zemal. Muzeja u Bosne i Hercegovini, Sarajevo, XXVIII, 1916, p. 390, Taf. III, Fig. 9) aus den julischen Hallstätter Kalken des Dragulać bei Sarajevo am nächsten stehen, unterscheidet sich aber von diesem durch eine noch weiter fortgeschrittene Obliterierung der Skulptur. Bei *C. laevior* tritt auf den inneren Umgängen zugleich mit der Abschwächung der Skulptur eine Reduktion in der Zahl der Rippen ein, so daß die Schlußwindung nur noch zwei sehr flache, kaum als solche erkennbare Radialrippen aufweist. Bei unserer Art hingegen schließt sich an die mit einer dichten und regelmäßigen Berippung versehenen Teile des Gehäuses fast unvermittelt die glatte Zone, die bald mehrere Umgänge, bald nur die Schlußwindung umfaßt.

Dimensionen. $D = 11$, $A = 3$, $L = 3$, $U = 5{\cdot}5$.

Loben. Nicht bekannt.

Vorkommen. Zahl der untersuchten Exemplare. Feuerkogel, julische Hallstätter Kalke 2 coll. Heinrich.

Celtites Ottiliae nov. sp.

Taf. VIII, Fig. 8.

Das einzige mir vorliegende Stück aus den julischen Hallstätter Kalken des Feuerkogels gleicht auf den ersten Blick vollständig dem *Celtites laevissimus.* Auch an ihm ist die für die Gruppe der *acutoplicati* bezeichnente Querskulptur auf die innersten Windungen beschränkt, während die äußeren Umgänge bei oberflächlicher Betrachtung fast glatt erscheinen. Bei genauer Untersuchung jedoch zeigt sich, daß die Querrippen auf dem letzten Umgang durch sehr zarte Lunulae ersetzt werden. Diese Lunulae sind auf die obere Seitenhälfte beschränkt, kehren ihre Konvexität nach rückwärts und sind verkehrt imbriziert. Ihre Zahl beträgt ungefähr 20 im Umfang der Schlußwindung. Die Externseite ist glatt.

In den Involutions- und Größenverhältnissen stimmt *Celtites Ottiliae* mit *C. laevissimus* nahezu überein.

Dimensionen. $D = 12{\cdot}5$, $A = 3{\cdot}5$, $L = 3$, $U = 6$.

Loben. Nicht bekannt.

Vorkommen. Zahl der untersuchten Exemplare. Feuerkogel, julische Hallstätter Kalke 1, coll. Heinrich.

Celtites Wittenburgi nov. sp.

Taf. VIII, Fig. 6.

Da das einzige vorliegende Stück bis zu seiner Mündung gekammert ist und eine schwache kielförmige Auftreibung in der Mitte des Externteils sich einstellt, steht die Zugehörigkeit desselben zu *Celtites* nicht außer Zweifel. E. v. Mojsisovics hat eine ähnliche Form mit noch schwächer angedeuteten Spuren eines Externkiels, *Tropiceltites Ignatii* (l. c. p. 380, Taf. CXXVIII, Fig. 19) bereits zu *Tropiceltites* gestellt, obwohl diese Art sonst viel mehr an *Celtites paucicostatus* erinnert. Ich ziehe es vor, unsere neue Art bei der Gruppe der *C. acutiplicati* zu belassen und nur solche Formen an *Tropiceltites* Mojs. anzuschließen, die mit einem wohl entwickelten Mediankiel versehen sind. Von einem solchen aber kann trotz der Verschmälerung des Externteils in der Medianzone bei *C. Wittenburg* keine Rede sein.

Die langsam anwachsenden Umgänge sind höher als dick und mit einer kräftigen, durch ziemlich weite Interkostalfurchen unterbrochenen Querskulptur ausgestattet. Die hohen, scharfen Rippen ziehen in streng radialer Richtung über die Flanken und enden in der Marginalzone mit knotenförmigen Verdickungen und kurzen vorwärts gebogenen Haken. Die Zahl der Rippen auf der Schlußwindung beträgt 22.

Unsere neue Art scheint dem *Celtites Emilii* v. Mojsisovics (l. c. p. 357, Taf. CXXII, Fig. 2) aus den julischen Hallstätter Kalken des Feuerkogels am nächsten zu stehen, unterscheidet sich aber von ihm durch die Verdickung der Rippen in der Marginalregion und durch den abweichenden Querschnitt der Externseite.

Dimensionen. $D = 20$, $A = 7$, $L = 5{\cdot}5$, $U = 8$.

Loben. Sehr einfach, ähnlich jenen des *C. Theresiae* v. Mojsisovics (l. c. p. 358, Taf. CXXII Fig. 36 und *C. subhumilis* v. Mojsisovics (l. c. p. 359, Taf. CXXII, Fig. 29—31). Loben und Sättel ganzrandig. Externlobus durch einen niedrigen Medianhöcker geteilt. Zwei Lateralloben, von denen der zweite noch vollständig außerhalb der Naht liegt.

Vorkommen. Zahl der untersuchten Exemplare. Feuerkogel, julische Hallstätter Kalke 1, coll. Heinrich.

Celtites (?) nov. sp. ind.

Das einzige vorliegende Stück ist auf beiden Seiten erhalten, aber vollkommen platt gedrückt, so daß über die Querschnittsverhältnisse und die Beschaffenheit der Externseite kein Urteil abgegeben werden kann. Ob es tatsächlich einem Vertreter der *Celtites acutoplicati* angehört oder vielleicht doch dem Subgenus *Cycloceltites* zufällt, das ja sonst in den Zlambachschichten ziemlich häufig ist, läßt sich nicht mit Sicherheit entscheiden, obwohl auf Grund der Flankenskulptur eher das erstere vermutet werden dürfte. Jedenfalls handelt es sich um eine noch nicht beschriebene Art, die sich durch die minder zahlreichen und höheren Umgänge von *Cycloceltites Arduini* Mojs. und verwandten Formen unterscheidet.

Die innersten Umgänge, die innerhalb des Nabels ziemlich gut erhalten sind, gleichen jenen des *Celtites Emilii* v. Mojsisovics (l. c. p. 357, Taf. CXXII, Fig. 2). Auf der hochmündigen Schlußwindung treten die Rippen weit auseinander. Sie sind hoch, schmal, streng radial gestellt und erlöschen in der Marginalregion ohne Anschwellungen oder Haken.

Dimensionen. $D = 48$, $A = 20$, $U = 13$.

Wie diese Maßzahlen zeigen, gehört das vorliegende Exemplar zu den größten der Gattung *Celtites*. Doch muß die Unsicherheit, die der Bestimmung anhaftet, nochmals betont werden. Da die Wohnkammerlänge unseres Stückes nicht bekannt ist, könnte auch an einen Vertreter der *Ceratitidae (Epiceratites* Dien.) gedacht werden.

Vorkommen. Zahl der untersuchten Exemplare. Stammbachgraben bei Goisern, Zlambachschichten (obernorisch) 1, coll. Heinrich.

Subgen. **Cycloceltites** Mojs.

Cycloceltites Arduini v. Mojsisovics.

1893 *Celtites (Cycloceltites) Arduini* v. Mojsisovics, Cephal. Hallst. Kalke, Abhandl. Geol. Reichsanst. VI/2, p. 360, Taf. CXXII, Fig. 4—7, CXCIV. Fig. 7.

Zu den von E. v. Mojsisovics namhaft gemachten Fundorten dieser Art (Zlambachschichten bei Goisern und an der Proleswand bei Mürzsteg, Crinoidenkalk des Steinbergkogels bei Hallstatt) ist der Sommeraukogel bei Hallstatt hinzuzufügen. Aus dem roten Marmor dieser Lokalität stammt ein kleines aber vorzüglich erhaltenes Exemplar (10 *mm* Durchmesser) dieser bezeichnenden Art der norischen Stufe.

Cycloceltites angularis v. Mojsisovics.

Taf. VI, Fig. 7.

1893 *Celtites (Cycloceltites) angularis* v. Mojsisovics, Cephalopoden d. Hallst. Kalke, Abhandl. Geol. Reichsanst. VI/2, p. 365, Taf. CXXIII, Fig. 4.

Das von E. v. Mojsisovics seiner Beschreibung und Abbildung zugrunde gelegte Exemplar aus den norischen Hallstätter Kalken des Röthelsteins nächst dem Ferdinandstollen (Linse mit *Glyphidites docens)* ist zwar nur fragmentarisch erhalten, doch reichen die an dem Bruchstück erkennbaren Merkmale, insbesondere die eigentümliche, an *Schlotheimia angulata* erinnernde Skulptur der Externseite für eine Diagnose aus. Ein weit vollständigeres Exemplar dieser Spezies liegt mir nunmehr aus der Sammlung Dr. Heinrich's vor.

Dimensionen. $D = 20{\cdot}5$, $A = 6{\cdot}5$, $L = 5$, $U = 8$.

Loben. Nicht bekannt.

Vorkommen. Zahl der untersuchten Exemplare. Feuerkogel, karnisch norische Mischfauna 1, coll. Heinrich.

Cycloceltites Oberonis nov. sp.

Taf. VIII, Fig. 9.

Diese neue Spezies des Subgenus *Cycloceltites* ist durch den Wechsel von Hauptrippen und Schaltrippen von allen bisher beschriebenen Arten deutlich unterschieden.

Die inneren Umgänge sind mit sehr schmalen, scharfen, streng radial gerichteten Rippen bedeckt. Auf der Schlußwindung rücken diese Hauptrippen so weit auseinander, daß sie, wie bei *Cycloceltites Arduini* Mojs., in die Fortsetzung der Rippen des vorletzten Umganges fallen. In der Marginalzone beschreiben sie einen flachen Halbmond und schließen mit einer Krümmung nach vorwärts in der Medianlinie des Externteils aneinander. Zwischen je zwei Hauptrippen schalten sich zwei zarte marginale Rippen ein, die die Seitenmitte nicht überschreiten, sonst aber in ihrem Verlaufe den Hauptrippen folgen. Die Zahl der Rippen auf dem Externteil ist daher dreimal so groß als in der Nabelregion. Im Bereich des den Externteil überschreitenden Lappens sind die Rippen direkt imbriziert.

Dimensionen. $D = 15$, $A = 5$. $L = 3$, $U = 6$.

Loben. Der Abstand der Kammerscheidewände ist ungleichmäßig aber nicht so groß als bei *C. Arduini.* Loben ähnlich wie bei *C. Theresiae* Mojs., doch liegt noch ein Stück des zweiten Lateralsattels außerhalb der Naht.

Vorkommen. Zahl der untersuchten Exemplare. Feuerkogel, julische Hallstätter Kalke 1, coll. Heinrich.

Fam. Didymitidae v. Mojsisovics.

Gen. Didymites v. Mojsisovics.

Didymites nov. sp. ind.

Taf. V, Fig. 5.

Das abgebildete leider nur sehr unvollständig erhaltene Exemplar gehört ohne Zweifel einer neuen Spezies des Genus *Didymites* an.

Während alle bisher bekannten Arten dieser Gattung eine Ausschnürung der Schlußwindung erst in der vorderen Hälfte der letzteren erfahren, stellt sich an unserem Exemplar diese Ausschnürung schon am Beginn des letzten Umganges ein, so daß die ganze Umbilikalregion der vorletzten Windung als ein schmaler Streifen innerhalb des Nabels sichtbar wird.

Die Zugehörigkeit unseres Stückes zu *Didymites* konnte durch die Bloßlegung des externen Sattelpaares der Lobenlinie am Beginn der vorletzten Windung erwiesen werden.

Der Erhaltungszustand des Stückes ist leider zu ungünstig, um die Einführung eines eigenen Speziesnamens zu rechtfertigen.

Vorkommen. Zahl der untersuchten Exemplare. Sommeraukogel, norische Stufe 1, coll. Heinrich.

Zusammenfassung.

Unter den drei Hauptabteilungen der obertriadischen Ammoniten haben die *Tropitoidea* in dem mir vorliegenden Material die größte Anzahl an neuen Arten geliefert. Wenn man nur die Liste der spezifisch sicher bestimmbaren Formen in Betracht zieht, so konnten den bisher bekannten 41 neue Spezies hinzugefügt werden. Unter diesen wieder entfällt der größte Anteil auf die Familie der *Haloritidae* mit 30 Arten. In weitem Abstand folgen *Tropitidae* und *Celtitidae* mit 5 beziehungsweise 4 Arten, endlich die *Sibiritidae* mit 2 Arten.

Das größte Kontingent an neuen Arten stellt unter den von mir untersuchten Hallstätter Faunen des Salzkammergutes die karnisch-norische Mischfauna des Feuerkogels. Sie hat 18 Ammonitenspezies aus der Abteilung der *Tropidoidea* geliefert, darunter nicht weniger als 16 neue. Nur je eine karnische und norische Art (*Griesbachites Kastneri* Mojs. und *Cycloceltites angularis* Mojs.) sind mit bereits bekannten Formen identisch.

Die nachstehende Liste enthält die neuen Arten aus dieser Fauna.

Juvavites Bülowii,	*Gonionotites noricus*
„ *Ampfereri,*	„ *Schuberti,*
Griesbachites densicostatus,	„ *haloritiformis*
„ *Waltharii,*	*Heinrichites Paulckei,*
„ *cornutus,*	„ *Grobbenii,*
„ *Goetzingeri*	„ *Furlaniae*
Malayites styriacus,	„ *Waageni.*
„ *Steigeri*	
„ *Antipatris*	

Sämtliche Arten gehören der Familie der *Haloritidae* an und in dieser selbst wieder der Sippe der *Juvavitidae. Griesbachites* und *Malayites,* die bisher als im himamalayischen Faunengebiet

beheimatet gelten durften, weisen nun eine nahezu gleichwertige Vertretung in der alpinen Trias auf. *Gonionotites*, der bisher in der letzteren unbekannt war, erscheint in dieser Fauna mit drei neuen Arten und in großer Individuenzahl. Zu den wichtigsten Leitformen dieser Fauna aber gehört die neue Untergattung *Heinrichites*, die die Merkmale von *Goniononites* mit der Spiralstreifung von *Sageuites* verbindet und so zu der ersteren Gattung eine ähnliche Parallelform wie *Malayites* zu *Juvavites* darstellt. Ein auffallendes negatives Merkmal unserer Fauna ist das Fehlen des Subgenus *Anatomites*, das noch in der tuvalischen Unterstufe durch einen großen Artenreichtum auffällt, ferner aller *Tropitidae* und *Sibiritidae*.

Eine ganz andere Zusammensetzung als die karnisch-norische Mischfauna des Feuerkogels zeigt die zweite neue Triasfauna dieser Lokalität, jene der tuvalischen *Subbullatus*-Zone. Schon das Verhältnis der neuen zu den bereits bekannten Arten — 15 : 25 — ist vollständig verschieden. Unter den ersteren entfallen sechs auf das Subgenus *Anatomites*, bei dem eine Sonderung in Arten nur auf Grund einer sehr engen Speziesfassung möglich ist.

Die neuen Arten in dieser Fauna sind die folgenden:

Homerites Heinrichii,
Juvavites salinarius,
Anatomites Mojsisovicsi,
„ *Haasi*,
„ *leiostracus*,
„ *Folgneri*,
„ *Stolleyi*,
„ *Jaworskii*,
Dimorphites montis ignei,
Gonicnotites Irmintrudis,
Trachysagenites Beckei,
Tropites Klebelsbergii,
Paratropites Pintneri,
„ *Myronis*,
Miltites Josephi.

Auch in dieser Fauna kommt der Hauptanteil an neuen Arten den Haloritiden, beziehungsweise den Juvavitinen zu. Bei den Tropitiden tritt das Mißverhältnis zwischen den neuen und den bereits bekannten Arten in besonders auffallender Weise hervor, indem 18 Spezies der letzteren Kategorie nur drei der ersteren aus der Gattung *Tropites* (mit Einschluß des Subgenus *Paratropites*) gegenüberstehen. *Gonionotites*, das als ein karnisches Faunenelement zu gelten hat, tritt bereits in diesen Bildungen auf. Die Familie der *Sibiritidae* ist nur durch eine Spezies, *Miltites Josephi*, vertreten.

Keine einzige der neuen Arten fällt aus dem Rahmen einer tuvalischen Fauna heraus, während die Fülle fremdartiger Elemente in der karnisch-norischen Mischfauna des Feuerkogels das alpine Gepräge der letzteren nicht im gleichen Maße hervortreten läßt. Die Vergesellschaftung der *Tropitoidea* in dieser letzteren Fauna würde uns kaum in höherem Grade überraschen, wenn sie sich statt in den Alpen an irgend einem Punkte des südöstlichen Beckens der Tethys gefunden hätte.

Dürftiger ist die Ausbeute an neuen Arten in den allerdings viel länger bekannten und intensiver abgebauten julischen Hallstätter Kalken des Feuerkogels (Linsen mit *Trachyceras austriacum* und *Lobites ellipticus*). Aus denselben liegen im ganzen 7 neue Spezies vor, darunter vier der Gattung Celtites, nämlich:

Celtites Ottiliae,
„ *laevissimus*,
„ *Wittenburgi*,
„ *(Cycloceltites) Oberonis*.

Als ältester Vertreter des sonst auf die norische Stufe beschränkten Subgenus *Cycloceltites* ist die letztere Art von stratigraphischem Interesse.

Zu diesen Repräsentanten der *Celtitidae* kommen noch *Anatomites Imeldae* und zwei Spezies des indonesischen Genus *Waldthausenites* (*W. Idunae* und *W. Forsteri*), das sich an *Discotropites* anschließen dürfte, von diesem aber durch den gekerbten, gelegentlich in Externohren aufgelösten Mediankiel abweicht.

Die geringste Zahl spezifisch bestimmbarer neuer Arten hat die norische Stufe geliefert. Es sind dies die drei Spezies:

Juvavites angulocostatus,
Anatomites sommerauensis,
Metasibirites Krumbeckii.

Aus den norischen Hallstätter Kalken des Taubensteins im Gosautal, die durch ihren Reichtum an leiostraken Ammoniten bemerkenswert sind, liegen mir nur zwei bereits bekannte Arten von *Tropitoidea* vor, nämlich:

Sagenites Giebeli Hau,
Metasibirites annulosus Mojs.

Zu den 41 neuen, benannten Arten kommen noch 6 Spezies von *Tropitoidea* hinzu, die mit Rücksicht auf die Unzulänglichkeit des vorliegenden Materials unbenannt gelassen werden mußten. Es sind dies *Margarites sp. ind. aff. circumspinato* Mojs., *Anatomites sp. ind. aff. Fischeri* Mojs. und *A. sp. ind. aff. consanguineo* Gemm., sämtlich aus den *Subbullatus*-Schichten des Feuerkogels, *Trachysagenites sp. ind. aff. Herbichi* Mojs. aus der karnisch-norischen Mischfauna derselben Lokalität, ferner *Didymites sp. ind.* aus dem norischen Hallstätter Marmor des Sommeraukogels, endlich *Celtites sp. ind.* aus den Zlambachschichten des Stammbachgrabens.

Tafelerklärung.

Tafel I.

Fig. 1. *Jovites dacus* Mojs. *var. umbilicata* Dien.
Fig. 2*a*, *b*, *c*. *Homerites Heinrichii* Dien.
Fig. 3*a*, *b*. } *Juvavites angulocostatus* Dien.
Fig. 4*a*, *b*. }
Fig. 5. *Juvavites salinarius* Dien.
Fig. 6*a*, *b*, *c*. } *Dimorphites montis ignei* Dien.
Fig. 7*a*, *b*. }
Fig. 8. *Anatomites Folgneri* Dien.
Fig. 3 und 4 aus dem norischen Marmor des Sommeraukogels, coll. Heinrich. Alle übrigen aus den *Subbullatus*-Schichten des Feuerkogels, coll. Heinrich.

Tafel II.

Fig. 1*a*, *b*. *Griesbachites cornutus* (Heinr.) Diener, Norisch-karnische Mischfauna des Feuerkogels, Sammlung des Palaeontologischen Instituts der Universität Wien.
Fig. 2*a*, *b*, *c*. *Anatomites sommerauensis* Dien., Sommeraukogel, Norische Stufe, coll. Heinrich.
Fig. 3*a*, *b*. *Anatomites Imeldae* Dien. *Subbullatus*-Schichten des Feuerkogels, coll. Heinrich.

Tafel III.

Fig. 1*a*, *b*. *Griesbachites densicostatus* Diener,
Fig. 2*a*, *b*, *c*. } *Griesbachites cornutus* (Heinr.) Diener.
Fig. 3. }
Fig. 4. } *Griesbachites Goetzingeri* Diener.
Fig. 5*a*, *b*. }
Fig. 6. *Juvavites Ampfereri* Diener, Innerer Kern.
Sämtliche Exemplare aus der karnisch-norischen Mischfauna des Feuerkogels, Fig. 3 aus der Sammlung des Palaeontologischen Instituts der Universität Wien, die übrigen aus der coll. Heinrich.
Fig. 7*a*, *b*, *c*. *Anatomites Mojsisovicsi* Diener, Feuerkogel, *Subbullatus*-Schichten, coll. Heinrich.
Fig. 8. *Anatomites Mojsisovicsi* Diener var. Feuerkogel, *Subbullatus*-Schichten, coll. Heinrich.

Tafel IV.

Fig. 1. } *Griesbachites Waltharii* Diener, Feuerkogel, karnisch-norische Mischfauna, coll. Heinrich.
Fig. 2*a*, b. }
Fig. 3*a*, *b*. *Juvavites Ampfereri* Diener, karnisch-norische Mischfauna des Feuerkogels, Sammlung des Palaeontologischen Instituts der Universität Wien.
Fig. 4*a*, *b*. } *Anatomites leiostracus* Diener.
Fig. 5. }
Fig. 6*a*, *b*. *Anatomites Haasii* Diener.
Fig. 7. *Anatomites sp. ind. aff. consanguineo* Gemm.
Sämtlich aus den *Subbullatus*-Schichten des Feuerkogels, coll. Heinrich.

Tafel V.

Fig. 1*a*, b. *Trachysagenites Beckei* Diener.
Fig. 2*a*, *b*. *Anatomites Folgneri* Diener.
Fig. 3. *Anatomites sp. ind. aff. Fischeri* Mojs.
Fig. 4*a*, *b*. *Anatomites Jaworskii* Diener.
Sämtlich aus den *Subbullatus*-Schichten des Feuerkogels, coll. Heinrich.
Fig. 5. *Didymites nov. sp. ind.* Sommeraukogel, norische Stufe, coll. Heinrich.

Tafel VI.

Fig. 1*a*, *b*. } *Malayites styriacus* Diener, karnisch-norische Mischfauna des Feuerkogels, coll. Heinrich.
Fig. 2. }
Fig. 3*a*, *b*. *Anatomites Stolleyi* Diener, Feuerkogel, *Subbullatus*-Schichten, coll. Heinrich.
Fig. 4*a*, *b*. *Malayites Antipatris* Diener, Feuerkogel, karnisch-norische Mischfauna, coll. Heinrich.
Fig. 5*a*, *b*. *Tropites cf. acutangulus* Mojs. *form. path. an Gen. nov. sp. nov?* Feuerkogel, *Subbullatus*-Schichten, coll. Heinrich.
Fig. 6*a*, *b*. *Metasibirites Krumbecki* Diener, Leisling, norische Stufe, coll. Heinrich.
Fig. 7*a*, *b*. *Cyclocelttites angularis* Mojs. Feuerkogel, karnisch-norische Mischfauna, coll. Heinrich.

Tafel VII.

Fig. 1*a*, *b*, *c*. } *Heinrichites Paulckei* Diener, Karnisch-norische Mischfauna des Feuerkogels, coll. Heinrich.
Fig. 2*a*, *b*. }
Fig. 3*a*, *b*. *Heinrichites Paulckei* Diener, Feuerkogel, karnisch-norische Mischfauna, coll. Kittl.
Fig. 4. *Heinrichites Furlaniae* Diener, karnisch-norische Mischfauna des Feuerkogels, coll. Heinrich.
Fig. 5*a*, *b*. *Paratropites Pintneri* Diener, Feuerkogel, *Subbullatus*-Schichten, coll. Heinrich.
Fig. 6*a*, *b*, *c*. *Celtites Wittenburgi* Diener, Feuerkogel, julische Unterstufe, coll. Heinrich.
Fig. 7. *Paratropites Myronis* Diener, *Subbullatus*-Schichten des Feuerkogels, coll. Heinrich.

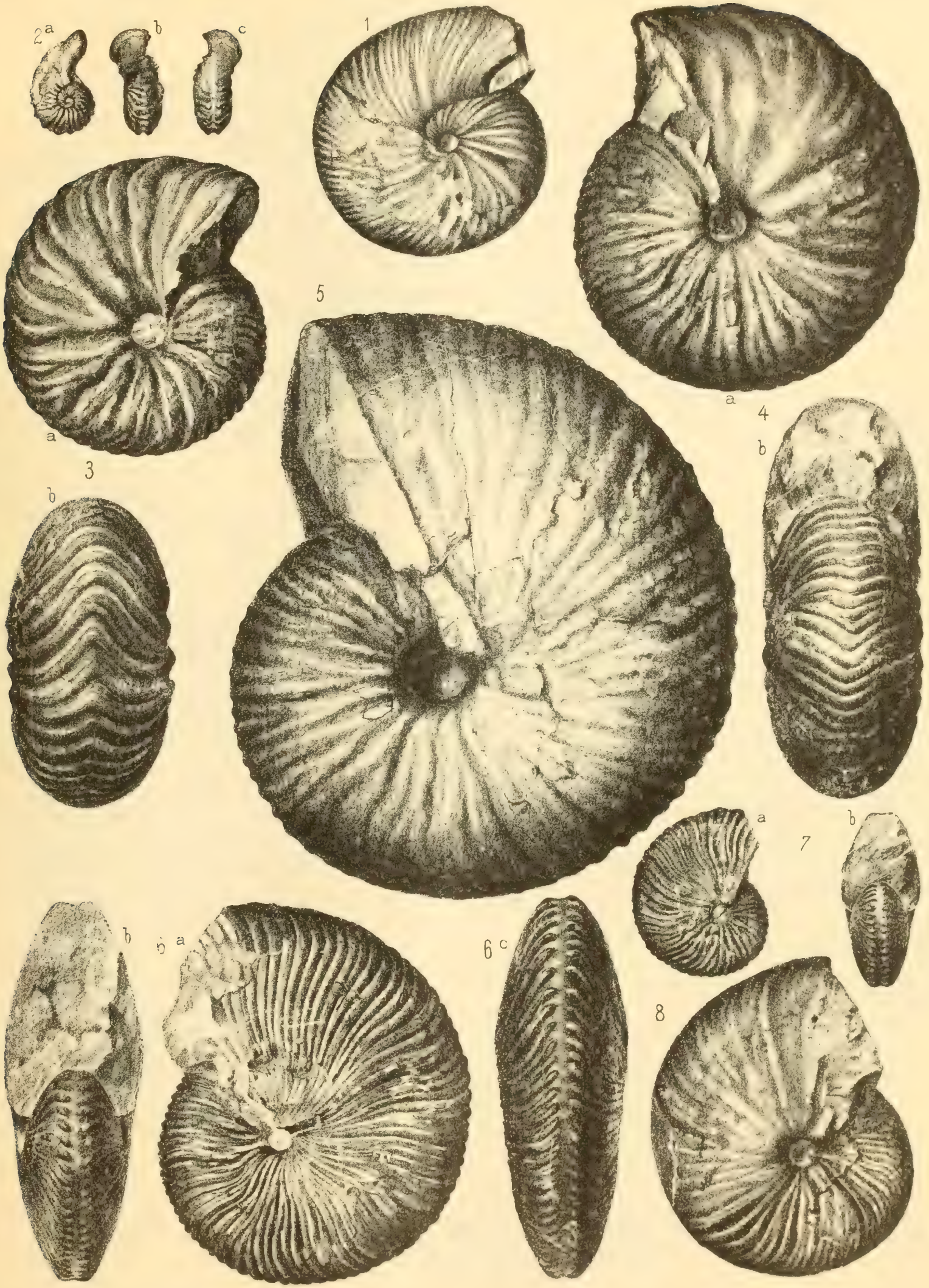
Tafel VIII.

Fig. 1*a*, *b*. *Gonionotites haloritiformis* Diener, Feuerkogel, karnisch-norische Mischfauna. coll. Heinrich.
Fig. 2*a*, *b*. } *Gonionotites noricus* Diener, karnisch-norische Mischfauna des Feuerkogels, coll. Heinrich.
Fig. 3. }
Fig. 4, *Gonionotites Schuberti* Diener, karnisch-norische Mischfauna des Feuerkogels, coll. Heinrich.
Fig. 5*a*, *b*. *Miltites Josephi* Diener, Feuerkogel, *Subbullatus*-Schichten, coll. Kittl.
Fig. 6*a*, *b*. *Waldthausenites Forsteri* Diener, Feuerkogel, julische Unterstufe, coll. Heinrich.
Fig. 7*a*, *b*. *Celtites laevissimus* Diener, Feuerkogel, julische Unterstufe, coll. Heinrich.
Fig. 8*a*, *b*. *Celtites Ottiliae* Diener, Feuerkogel, julische Unterstufe, coll. Heinrich.
Fig. 9*a*, *b*. *Cyclocelttites Oberonis* Diener, Feuerkogel, julische Unterstufe, coll. Heinrich.
Fig. 10. *Paratropites Myronis* Diener, Vorderansicht des auf Taf. VII., Fig. 7 abgebildeten Exemplars.

Tafel IX.

Fig. 1*a*, *b*. *Heinrichites Grobbenii* Diener, Feuerkogel, karnisch-norische Mischfauna coll. Heinrich.
Fig. 2*a*, *b*. } *Heinrichites Waageni* Diener, karnisch-norische Mischfauna des Feuerkogels, coll. Heinrich.
Fig. 3*a*, *b*. }
Fig. 4*a*, *b*, *c*. *Tropites Klebelsbergii* Diener, Feuerkogel, *Subbullatus*-Schichten, coll. Heinrich.
Fig. 5*a*, *b*. *Trachysagenites sp. ind. aff. Herbichi* Mojs., karnisch-norische Mischfauna des Feuerkogels, coll. Heinrich.
Fig. 6. *Margarites sp. ind. aff. circumspinato* Mojs., Feuerkogel, *Subbullatus*-Schichten, coll. Heinrich.
Fig. 7*a*, *b*. *Juvavites Bülowii* Diener, Norisch-karnische Mischfauna des Feuerkogels, coll. Heinrich.
Fig. 8*a*, *b*. } *Waldthausenites Idunae* Diener, Feuerkogel, julische Unterstufe, coll. Kittl.
Fig. 9*a*, *b*. }

C. Diener: **Hallstätter Tropitoidea.** Tafel I.

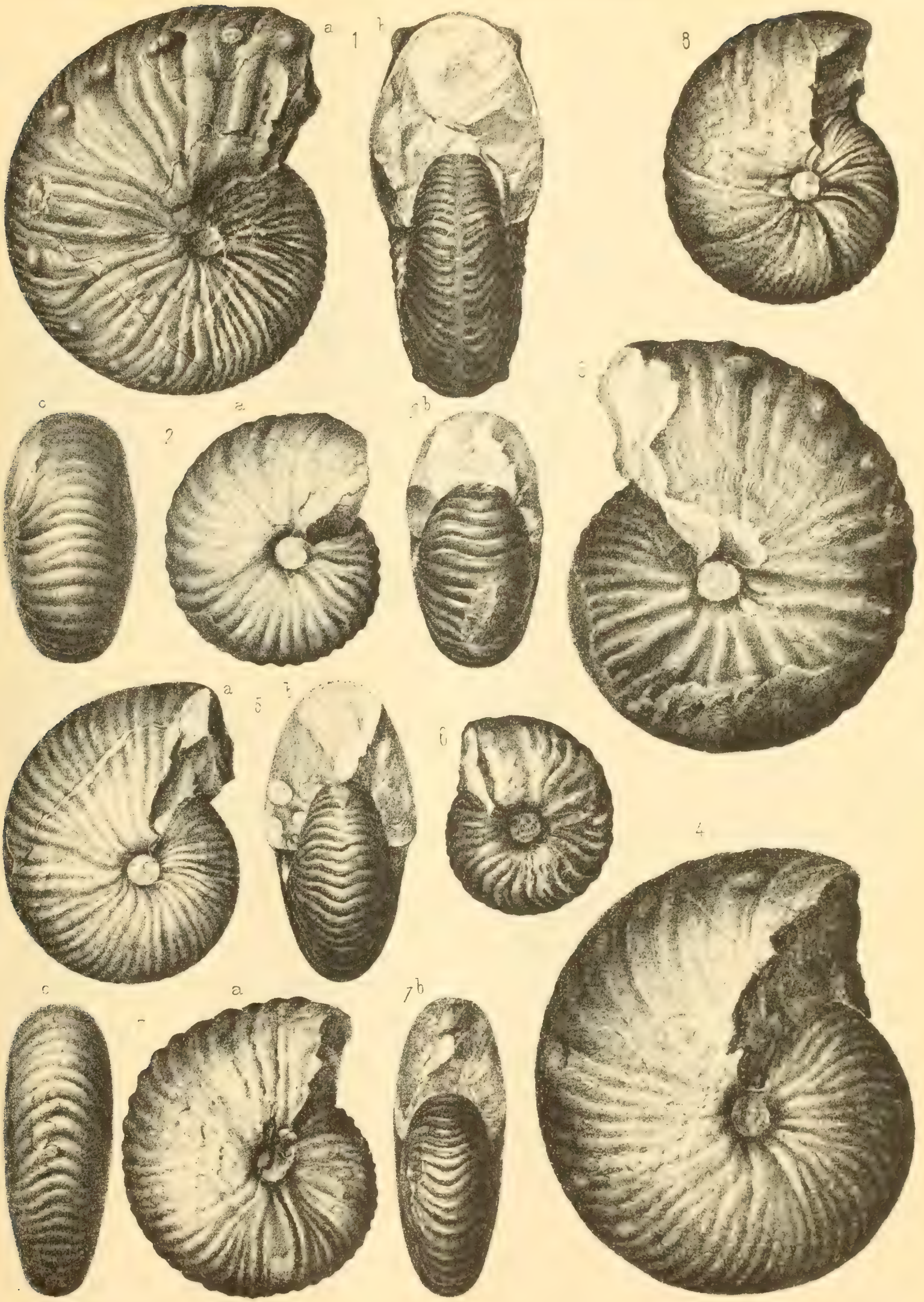


del. K. Reitschläger, Wien.

Druck: Hohlweg u. Blatz, Wien.

del. K. Reitschläger, Wien. Druck: Hohlweg u. Blatz, Wien.

C. Diener: **Hallstätter Tropitoidea.** Tafel III.



del. K. Reitschläger, Wien.

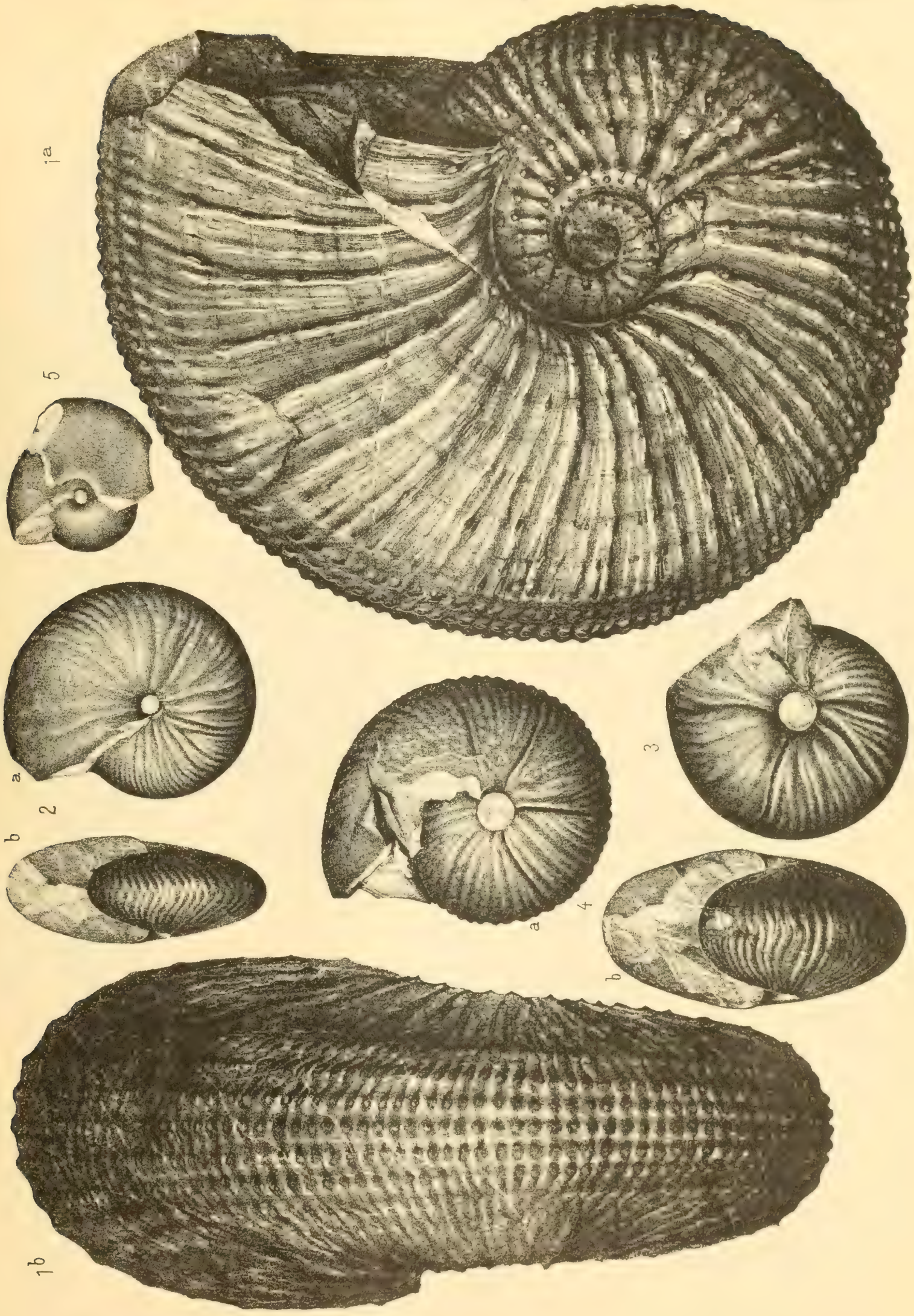
Druck: Hohlweg u. Blatz, Wien.

C. Diener: **Hallstätter Tropitoidea.** Tafel IV.

del. K. Reitschläger, Wien.

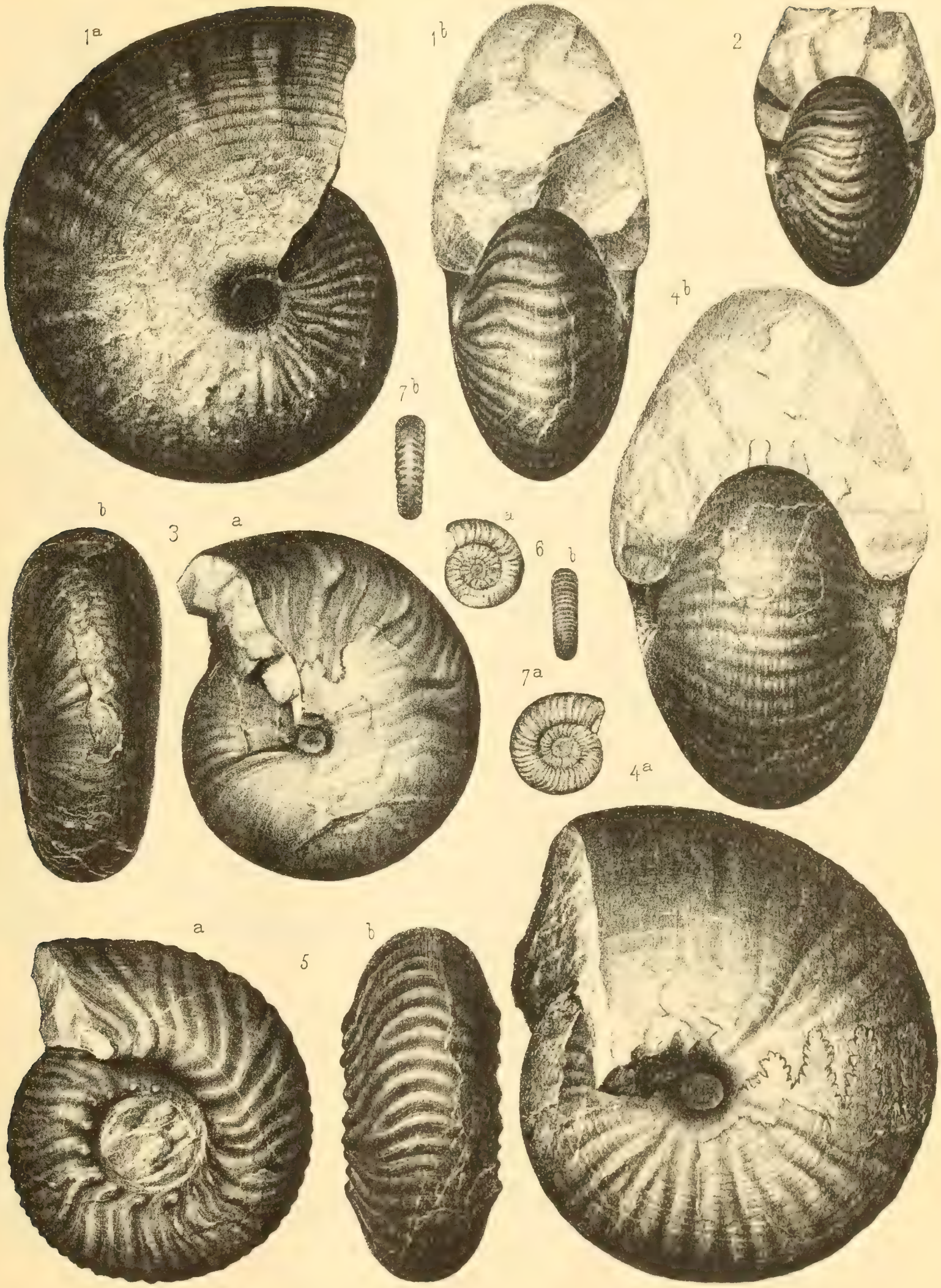
Druck: Hohlweg u. Blatz, Wien.

C. Diener: # Hallstätter Tropitoidea. Tafel V.



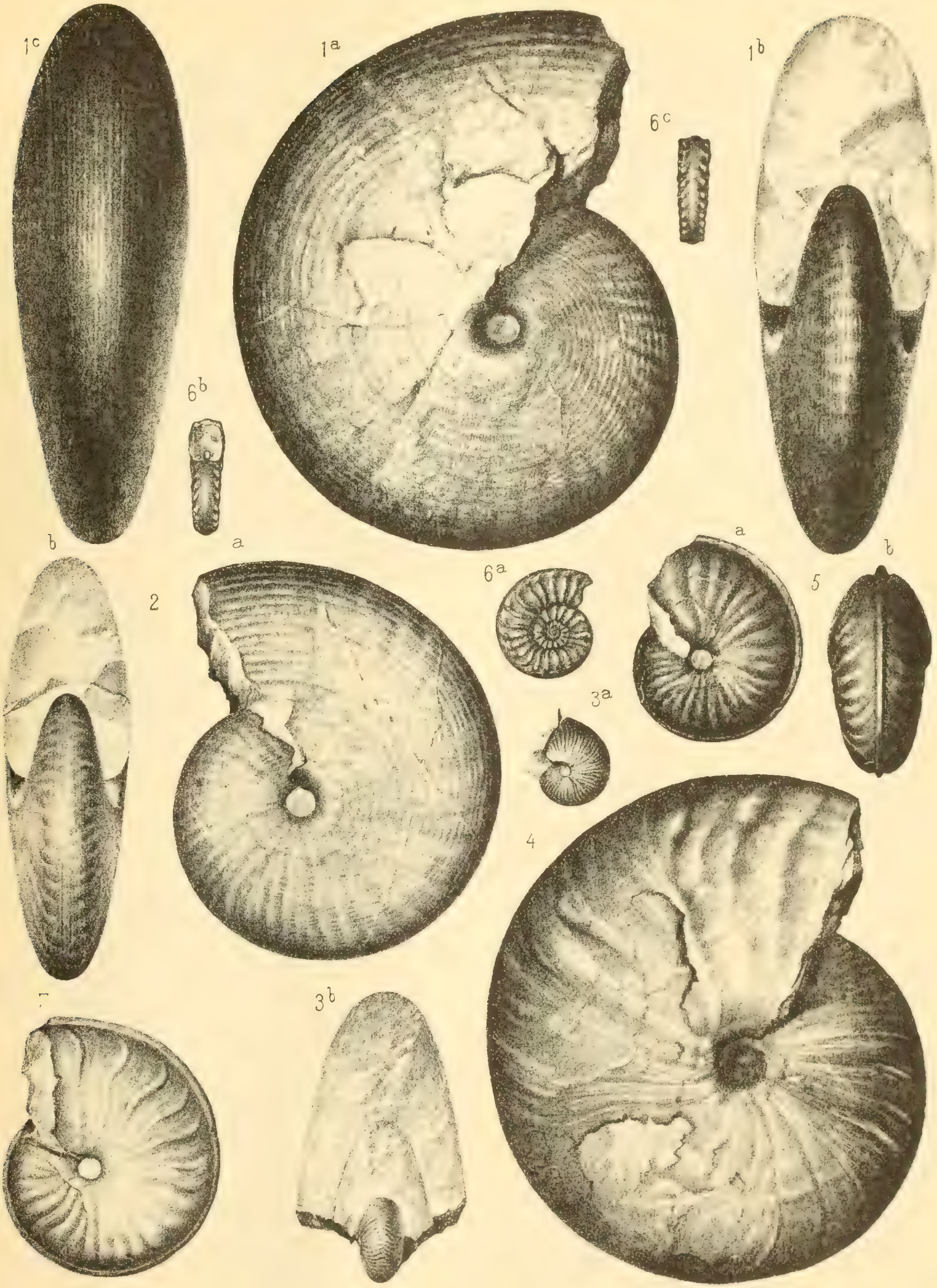
del. K. Reitschläger, Wien.

Druck: Hohlweg u. Blatz, Wien.



del. K. Reitschläger, Wien. Druck: Hohlweg u. Blatz, Wien

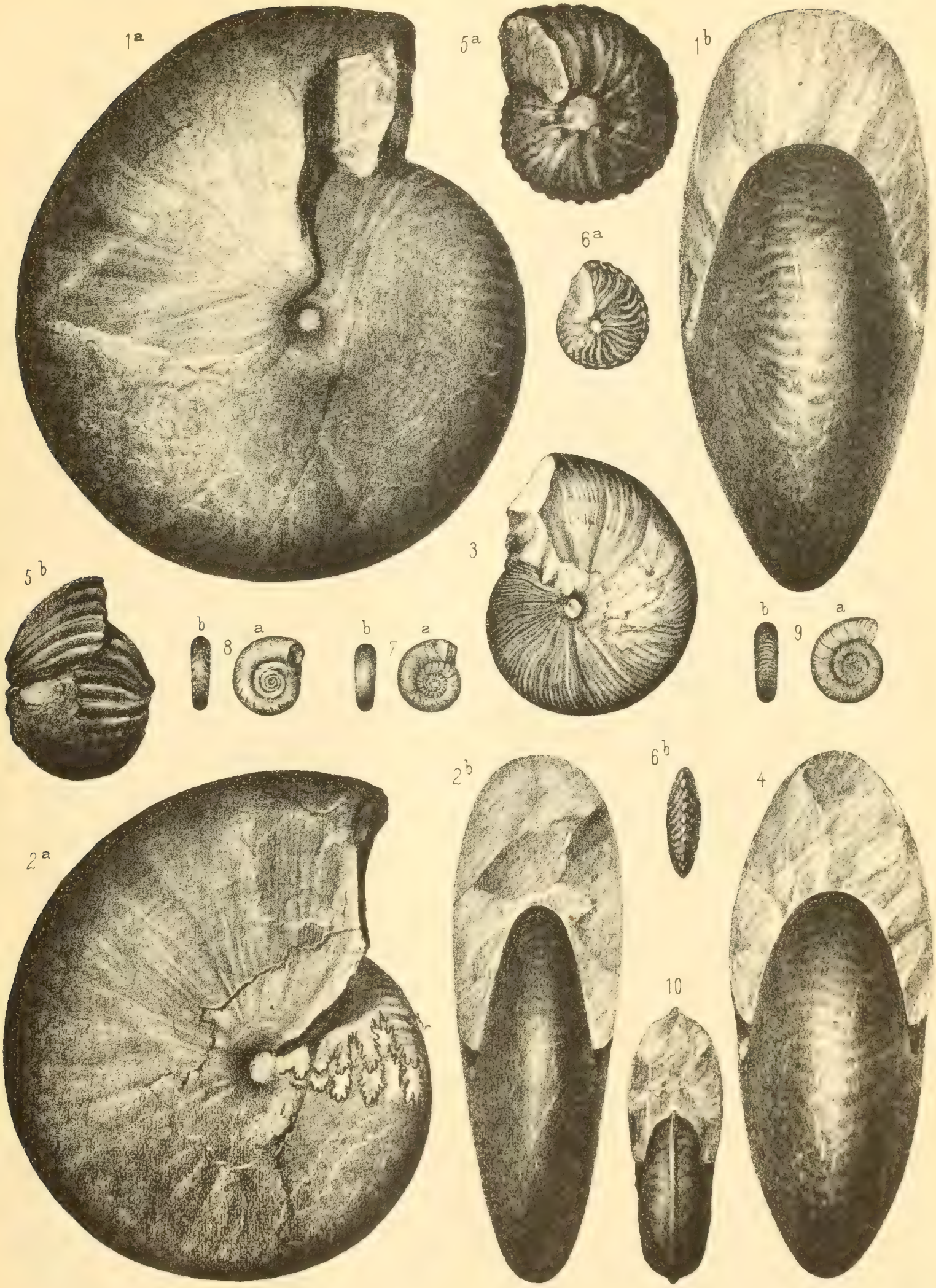
C. Diener: **Hallstätter Tropitoidea.** Tafel VII.



del. K. Reitschläger, Wien.

Druck: Hohlweg u. Blatz, Wien.

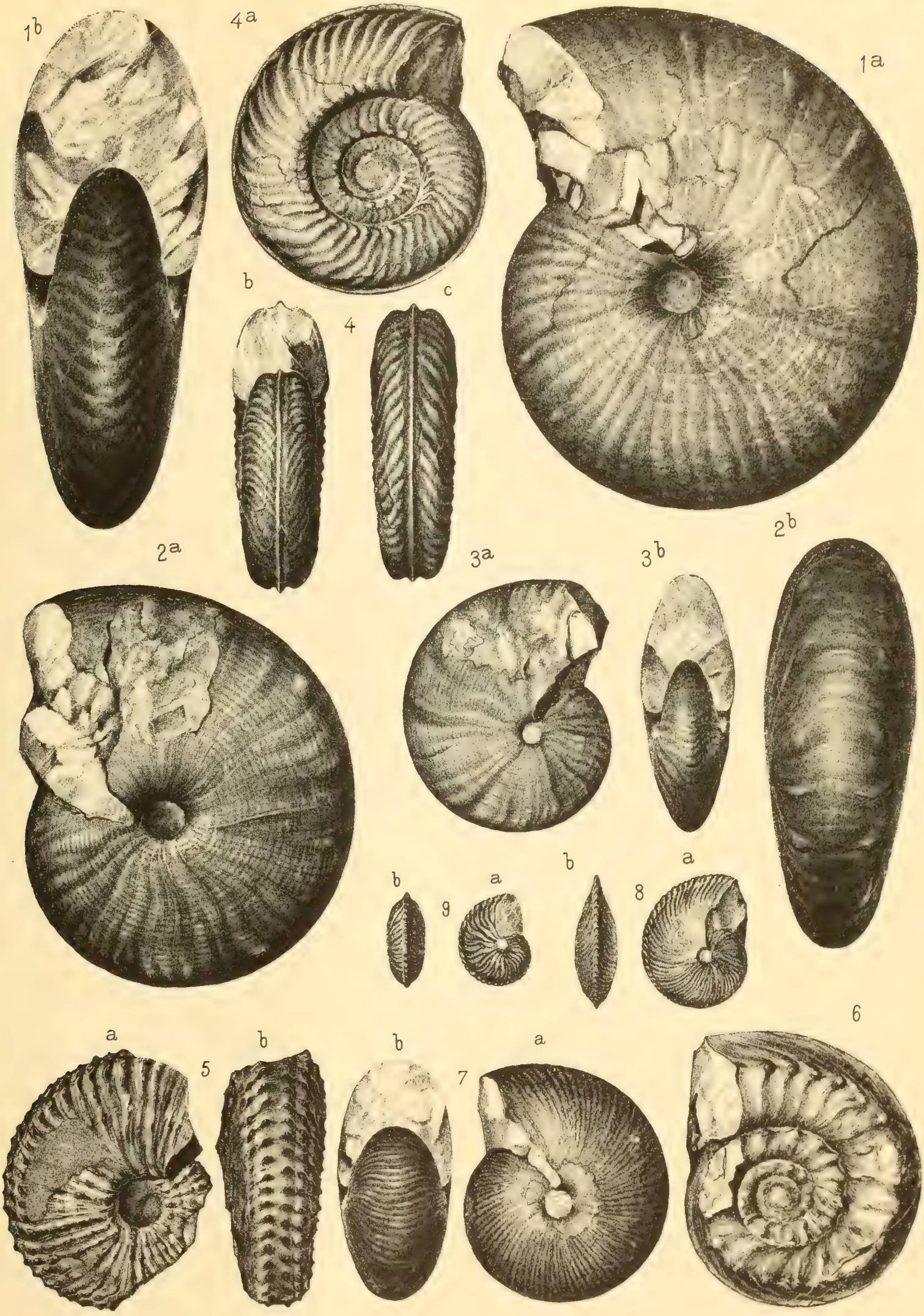
C. Diener: **Hallstätter Tropitoidea.** Tafel VIII.



del. K. Reitschläger. Wien.

Druck: Hohlweg u. Blatz. Wien.

C. Diener: **Hallstätter Tropitoidea.** Tafel IX.



del. K. Reitschläger, Wien.

Druck: Hohlweg u. Blatz, Wien

EX·HEREDITATE
IOSEPHI·TREITL

BERICHTE

DER

KOMMISSION FÜR OZEANOGRAPHISCHE FORSCHUNGEN

IM

ROTEN MEERE.

NÖRDLICHE UND SÜDLICHE HÄLFTE 1895/96—1897/98.

BERICHTE DER KOMMISSION FÜR OZEANOGRAPHISCHE FORSCHUNGEN

EXPEDITION S. M. SCHIFF „POLA“ IN DAS ROTE MEER

NÖRDLICHE UND SÜDLICHE HÄLFTE

1895/96—1897/98

ZOOLOGISCHE ERGEBNISSE

XXXIII

ASCIDIAE KRIKOBRANCHIAE DES ROTEN MEERES: CLAVELINIDAE UND SYNOICIDAE

VON

Prof. W. MICHAELSEN

(HAMBURG)

MIT 1 TAFEL UND 1 TEXTFIGUR

VORGELEGT IN DER SITZUNG AM 12. Juni 1919

Die vorliegende Abhandlung bildet den zweiten Teil einer Bearbeitung der Ascidien des Roten Meeres. Während der erste Teil die »Ascidiae Ptychobranchiae und Diktyobranchiae des Roten Meeres«[1] behandelte, beschäftigt sich dieser zweite Teil mit der Ordnung »Krikobranchia, mit Ausschluß der Familie Didemnidae«. Der schwierigen Familie der Didemniden, deren Behandlung einer umständlichen und langwierigen Vorarbeit bedarf, soll der dritte und letzte Teil gewidmet sein. Als Parallele der vorliegenden ist meine Abhandlung über die Krikobranchen Ascidien des westlichen Indischen Ozeans (siehe unten!) anzusehen.

Was die Herkunft des der Arbeit zugrunde liegenden Materials und die Fundorte desselben anbetrifft, so verweise ich auf den ersten Teil dieser Abhandlungsreihe. Das ebendaselbst gegebene »Verzeichnis der Veröffentlichungen über Ascidien des Roten Meeres« ist durch folgende Arbeiten zu ergänzen:

1 Diese Abhandlungen: Zoologische Ergebnisse XXXII, in Denkschr. Akad. Wien, mathem.-naturw. Klasse, 95. Band, 1919.

1874, Kowalewsky A., Über die Knospung der Ascidien; in: Arch. mikr. Anat. X.
Didemnum stylifcrum.

1919, Michaelsen W., Ascidiae Ptychobranchiae und Diktyobranchiae des Roten Meeres[1]; in: Exp. »Pola« Rote Meer, Zool. Erg. XXXII; in: Denk. Ak. Wien, XCV.
Sämtliche Ptychobranche und Diktyobranche Ascidien, die vom Roten Meer bekannt sind.

1919, Michaelsen W., Die Krikobranchen Ascidien des westlichen Indischen Ozeans: Claveliniden und Synoiciden; in: Mt. Mus. Hamburg, XXXVI.
Chondrostachys enormis (Herdm.)?, *Polycitor (P.) paessleriodes* Mich. var. *hupferi* Mich.

Geographisches.

In der folgenden Tabelle stelle ich sämtliche Arten der *Ascidiae Krikobranchiae* des Roten Meeres, mit Ausnahme der Familie *Didemnidae*, unter Angabe ihrer Verbreitung (+), beziehungsweise der nachweislich verwandter Arten (*a*), zusammen.

	Magalhaens. Gebiet	Westindien	W.-Afrika	Mittelmeer	Rotes Meer	Golf v. Aden	O.-Afrika	S.-Afrika	Kerguelen u. Marion I.	Tschagos-Archipel	Malayisch. Arch.	N. Pazifisch. Ozean	Bemerkungen
Chondrostachys enormis	.	.	.	.	?	.	+	+	.	+	.	.	Gatt. auch im N.-Atlant. Oz. u. im Austral. Geb.
Distaplia stylifera	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	Gatt. nahezu kosmopolitisch
Polycitor (P.) lorensis	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	*a*	*a*	Unterg. außerdem in europ. Meeren u. bei S.-Afrika.
P. (Eudistoma) paesslerioides	.	*a*	+	.	+	.	+	?	.	.	.	.	Unterg. weltweit verbreitet
Polyclinum saturnium	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	Gatt. weltweit verbreitet
Amaroucium savignyi	?*a*	.	*a*	.	+	.	*a*	.	?*a*	.	.	.	} Gatt. nahezu kosmopolitisch
A. erythraeum	.	.	.	.	+	.	*a*	.	.	.	.	.	
Aplidium lobatum	.	.	.	?+	+	+	.	.	.	.	?+	.	Gatt. weltweit verbreitet
Synoicum suesanum	.	.	.	.	+	.	.	.	*a*	.	*a*	.	Gatt. außerdem arktisch

Die weitere Verbreitung der Roten-Meeres-Arten dieser Ascidiengruppen, sowie die Verbreitung nahe verwandter Formen ergibt nicht ein so ausgesprochenes Bild geographischer Beziehungen, wie wir es bei Ptychobranchen und Diktyobranchen Ascidien gefunden haben. Schon der Gegensatz zwischen dem Roten Meer und dem Mittelmeer tritt nicht so scharf hervor wie bei jenen Gruppen, soll doch *Aplidium lobatum* nach Savigny (1816) sowohl im Roten Meer wie im Mittelmeer (Küste von Ägypten) vorkommen. Das mediterrane Vorkommen dieser Art ist jedoch bis jetzt nicht bestätigt worden und will mir etwas fraglich erscheinen. Deutlicher ausgesprochen ist jedenfalls die Beziehung des Roten Meeres zu Ostafrika und den angrenzenden Regionen des Indischen Ozeans, einschließlich des Malayischen Archipels und auffallenderweise auch des südlich vom Indischen Ozean gelegenen subantarktischen Gebietes. Auch die bei den Ptychobranchen und Diktyobranchen Ascidien so deutlich hervortretende Verbreitungslinie über Südafrika und Westafrika und darüber hinaus nach Westindien hin findet in der Verbreitung des *Polycitor (Eudistoma) paesslerioides* und seines Verwandten *P. (Eud.) mayeri* Hartmeyer (Tortugas) eine Parallele. Sollte sich Hartmeyer's Vermutung, daß *Chondrostachys enormis* der westatlantischen Art *Ch. oblonga* Van Name näherstehe, bestätigen, so käme auch diese Artgruppe für die Feststellung dieser Beziehung in Betracht. Vielleicht ist die Beziehung des erythräischen

[1] Abweichende unrichtige Schreibweise: „*Ascidia* etc." versehentlich!

Amaroucium savignyi zu dem nordwest-afrikanischen *A. mauritaniae* Sluit. durch die gleiche Verbreitungslinie zu erklären. Aber auch die Richtigkeit der Savigny'schen Fundortsangabe vorausgesetzt, bleibt das Fehlen weiterer Beziehungen zwischen Mittelmeer und Rotem Meer auffallend. Für die etwaige geographische Beziehung des *Polycitor (P.) torensis* vom Roten Meer zu *P. (P.) pulcher* Ritter von Alaska muß zurzeit auf eine Erklärung verzichtet werden.

Beschreibender Teil.

Wie im ersten Teil, so führe ich auch hier sämtliche zur Zeit feststellbaren Roten Meeres-Arten der in Rede stehenden Ascidiengruppe auf.

Krikobranchia.

Fam. **Clavelinidae.**

Gen. Chondrostachys M'Don.

Chondrostachys enormis (Herdm.)?.

? 1775, *Salpa sipho* Forskål, Descr. anim. itin. orient., p. 115.
? 1776, — —, Forskål, Icon. rer. nat. itin. orient. deping., Taf. XLIII Fig. C.
? 1909, *?Chondrostachys sipho [sypho]*, Hartmeyer, Tunic., in: Bronn, Kl. Ordn. Tierr., p. 1427.
1912, *Chondrostachys enormis?* Hartmeyer, Ascid. D. Tiefsee-Exp., p. 392.
Hier auch Literatur der Art. Ferner:
1919, *Chondrostachys enormis*, Michaelsen, Krikobr. Ascid. d. westl. Indisch. Oz.: Clavelin. u. Synoic. p. 71.

Fundangabe: Rotes Meer, ohne nähere Angabe; Hemprich & Ehrenberg (Mus. Berlin).

Alte Fundangabe: ? Djeddah (nach Forskål).

Weitere Verbreitung: Sansibar (nach Hartmeyer 1912); Moçambique (nach Michaelsen 1919); Mauritius, Tschagos Archipel, Diego Garcia (nach Hartmeyer 1912); Kapland, Simons Bay (nach Herdman 1880).

Bemerkung. Das Material aus dem Roten Meer ist so schlecht erhalten, daß Hartmeyer sich mit einer Feststellung der Gattung und einer fraglichen Artzuordnung begnügen mußte.

Gen. Distaplia D. Valle.

Distaplia stylifera Kowal.

1874, *Didemnum styliferum* Kowalewsky, Knospung Ascid., p. 443, Taf. XXX.
1909, *Holozoa pileata*, Hartmeyer, Tunic., in: Bronn, Kl. Ordn. Tierr., p. 1451.

Alte Fundangabe: Rotes Meer (nach Kowalewsky).

Mir hat kein Material dieser Art zur Untersuchung vorgelegen.

Gen. Polycitor. Ren.

Polycitor (Polycitor) torensis n. sp.

(Tafel, Fig. 8 u. 9 u. Textfig.)

Fundangabe: Tor, an abgestorbenem Korallenblock; R. Hartmeyer, 8. Nov.—17. Dez. 1901 (1. Kolonie).

Diagnose. Kolonie dick polsterförmig, ca. 5 *mm* dick, trüb glasig.

Zellulosemantel weich knorpelig mit zäher Oberflächenschicht, fein inkrustiert.

Personen bis 2 *mm* (im Leben bis etwa 5 *mm*?) lang.

Branchialsipho 6-lappig kronenförmig. Atrialöffnung dorsal weit zurückgerückt auf sehr kurzem, undeutlichem Sipho mit kurz-dreilappiger Vorderlippe und unregelmäßig kerbschnittiger Hinterlippe.

Längsmuskeln der Körperwand des Abdomens zu 2 dicken, ventrallateralen Bündeln zusammengefaßt, zwischen denen sich ein klaffendes, das Abdomen ungleich teilendes Entodermrohr ausspannt.

Kiemensack mit ca. 9 Kiemenspaltenzonen.

Darm eine einfache, nicht ganz bis ans Hinterende des Abdomens reichende Schleife bildend. Magen dicht vor der Mitte des Abdomens, mit 5 stark erhabenen Längswülsten.

Ovarium dorsalmedian hinten im Abdomen, über den Wendepol der Darmschleife hinaus nach hinten reichend.

Beschreibung. Koloniegestaltung und -aussehen sowie Bodenständigkeit: Die vorliegende Kolonie ist ein dickes, gerundetes Polster von etwa 12 *mm* Länge, 9 *mm* Breite und 5 *mm* Höhe, farblos und von trüb glasigem Aussehen, das mit ganzer Unterseite einem abgestorbenen Korallenblock aufgewachsen ist.

Die Oberfläche der Kolonie ist an den gerundeten Flanken des Polsters eben, an der Oberseite etwas uneben, da hier die unregelmäßig angeordneten, ziemlich dicht gestellten Personen-Außenflächen als zirka $^2/_3$ *mm* im Durchmesser fassende rundliche, sehr niedrige Warzen ein wenig vortreten. Systeme sind nicht erkennbar.

Der Zellulosemantel ist in der Oberflächenschicht, die sich als dünnes Häutchen abheben läßt, sehr zäh, im übrigen mäßig zäh, ziemlich leicht zerreißbar, weich knorpelig. Die Grundmasse des Zellulosemantels ist wasserhell, ohne Blasenzellen. Die Trübheit des Zellulosemantels rührt von Inkrustation mit sehr feinem Sand her, der ihn in allen Schichten durchsetzt, besonders dicht in der Außenschicht, aber auch in den übrigen Teilen noch ziemlich dicht. Wegen der Feinheit des Inkrustationsmateriales bleibt der Zellulosemantel trotz dieser verhältnismäßig reichen Inkrustation noch durchscheinend glasig.

Die Personen (Tafel, Fig. 9) lagen ursprünglich offenbar ziemlich dicht aneinander gedrängt, annähernd senkrecht zur Oberfläche der Kolonie, haben sich aber bei dem vorliegenden Material zweifellos bei der Abtötung meist von den Personen-Außenflächen losgelöst und in die Grundschicht zurückgezogen. Ihre ursprüngliche Lage wird angedeutet durch die zurückgebliebenen Thorakalhöhlungen in der äußeren Schicht der Kolonie, wo sie als gerundet zylindrische Hohlräume von etwa $1^1/_2$ *mm* Länge und $1^1/_4$ *mm* Dicke eng aneinander geschmiegt nur dünne Scheidewände von Zellulosemantelmasse zwischen sich lassen. Nach der Größe dieser Thorakalhöhlungen zu urteilen, sind die Personen bei der Abtötung sehr stark geschrumpft. Ich schätze, daß am lebenden Objekt die ausgewachsenen Personen eine Länge von 4 bis 5 *mm* gehabt haben, während sie jetzt, in konserviertem Zustande, nur bis 2 *mm* lang erscheinen. Die Person ist deutlich in Thorax und Abdomen gesondert; doch ist die Taille zwischen denselben nur undeutlich, wenig enger als das Abdomen an seinem dicksten Teil.

Der Thorax nimmt ungefähr $^1/_3$ der ganzen Länge der Person oder etwas weniger ein. Er ist bei dem vorliegenden Material dorsal meist sehr verkürzt, ventral gestreckt; doch beruht dies wahrscheinlich auf abnormer Zusammenziehung, wie schon daraus zu schließen, daß das Gehirn zwischen Branchialsipho und Atrialsipho in eine bruchsackartige Vorwölbung der Leibeswand nach außen vorgetrieben ist. Nach der Gestalt der Thorakalhöhlungen im Zellulosemantel zu schließen, war der Thorax am lebenden Tier annähernd zylindrisch, wenig länger als dick.

Das Abdomen ist schlank beutelförmig, dünner und länger als der Thorax, vorn zu einer Taille etwas verengt, hinten unregelmäßig gerundet (geschrumpft?) oder mäßig spitzkegelförmig verjüngt. In einem Falle fand ich einen ganz winzigen, nur etwa 12 μ langen und 5 μ dicken ektodermalen Fortsatz am Hinterende des Abdomes.

Die Leibeswand ist im allgemeinen sehr zart, ihre Ringmuskulatur nur an den Personenaußenflächen, beziehungsweise an den Siphonen und in ihrer unmittelbaren Umgebung deutlich erkennbar, an den Siphonen zu einem kräftigen Sphinkter ausgebildet. Die Längsmuskulatur bildet am Thorax eine größere Anzahl, etwa jederseits 15, weitläufig und ziemlich gleichmäßig angeordnete zarte Bündel. Vorn am Abdomen vereinigen sich die Längsmuskelbündel einer Seite zur Bildung je eines einzigen, mäßig breiten, dicken, faserreichen Bündels, das ventrallateral am ganzen

Abdomen entlang bis an dessen Hinterende verläuft. Hier nähern sich die Längsmuskelbündel der beiden Seiten entsprechend der Verjüngung des Abdomens, vereinen sich jedoch nicht miteinander. Da diese Längsmuskelbündel die manchmal sehr starke Schrumpfung des im übrigen zartwandigen Abdomens nicht immer in vollem Maße mitmachen, so treten ihre Hinterenden häufig spitzenartig, oder gar wie Anhänge aussehend, über das Hinterende des Abdomensackes hinaus.

Der Branchialsipho (Tafel, Fig. 8 i, Fig. 9) liegt am Vorderende der Person und ist infolge der dorsalen Verkürzung des Thorax bei dem vorliegenden Material mehr oder weniger stark dorsalwärts geneigt. Er ist sehr regelmäßig 6strahlig, ziemlich scharf abgesetzt, kurz- und breit-kronenförmig. Er läuft in 6 kurz-herzförmige Läppchen aus und ist mit einem ziemlich kräftigen Sphinkter versehen.

Der Atrialsipho (Tafel, Fig. 8 e, Fig. 9) liegt ziemlich weit hinter dem Branchialsipho an der Dorsalseite des Thorax, von dem Branchialsipho durch eine große bruchsackartige, von dem vorgetriebenen Gehirn (Tafel, Fig. 8 g) ausgefüllte Vorwölbung (postmortale Kontraktionserscheinung?) getrennt. Er ist nicht strahlig gebaut, sondern nur bilateral-symmetrisch, gewissermaßen in eine Vorder- und eine Hinterlippe gespalten, die die quer-ovale Atrialöffnung zwischen sich fassen. Er ist im ganzen kurz und breit, aber ziemlich scharf abgesetzt. Seine gerade Vorderlippe läuft in drei kurze Läppchen aus, die manchmal gleich lang sind, während in anderen Fällen das mittlere etwas kürzer oder länger ist, als die äußeren sind. Die durch seitliche Einkerbungen von der Vorderlippe getrennte Hinterlippe ist sehr kurz und breit, in der Quere viertelmondförmig gebogen, durch einige schwache und anscheinend unregelmäßige Kerbschnitte gespalten, nicht eigentlich gelappt. Auch der Atrialsipho ist basal mit einem ziemlich kräftigen Sphinkter ausgestattet.

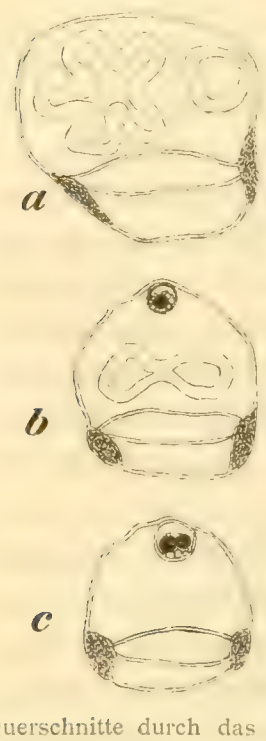
Der Mundtentakelkranz ist ziemlich variabel. Bei einer näher untersuchten Person fand ich 8 verhältnismäßig kleine, ziemlich plumpe Tentakel, die keine regelmäßige Anordnung nach verschiedener Größe erkennen ließen. Bei anderen Personen war die Zahl der Tentakel größer und betrug ungefähr 12 (auch 16?). Zugleich ließ sich wenigstens stellenweise eine regelmäßige Abwechslung nach verschiedener Größe erkennen. An einer Schnittserie glaube ich ziemlich sicher 16 Tentakel zu zählen, die wenigstens in einer Strecke nach dem Schema 1, 3, 2, 3, 1 verschieden groß sind.

Das Flimmerorgan stelit sich als winziger kreisförmiger Ringwall mit einfacher zentraler Öffnung dar.

Das Gehirn (Tafel, Fig. 9) ist fast kugelig.

Der Kiemensack (Tafel, Fig. 9) besitzt bei allen Personen, die ihn ausgestreckt zeigten und deutlich erkennen ließen — das waren 5 —, gleicherweise 9 Kiemenspaltenzonen, die durch annähernd gleichbreite, mit je einem Muskelbündel ausgestattete, nicht saumförmig vorragende Quergefäße voneinander getrennt sind. Die Zahl der Kiemenspalten erwies sich als verhältnismäßig gering, im Höchstfalle 9 in einer Halbzone. Die Kiemenspalten sind im allgemeinen sehr groß, zumal sehr breit, fast kreisförmig, zum Teil sogar breiter als lang. Im allgemeinen beginnt jede Halbzone ventral in einiger Entfernung vom Endostyl mit einer sehr kleinen, unausgebildeten, noch dickrandigen Kiemenspalte der Halbzone, auf diese folgt dann die größte, und von dieser an werden die Kiemenspalten dorsalwärts allmählich wieder kleiner und schließlich wieder unvollkommen ausgebildet, dickrandig. Ganz vereinzelt war die dritte Kiemenspalte, von der ventralen Medianlinie an gezählt, die größte, etwas größer als die zweite. Ich vermute, daß diese übrigens bei allen gut gestreckten Personen gefundenen Verhältnisse der Kiemenspalten als Ausbildungsstadium erklärt werden müssen. Es muß wohl damit gerechnet werden, daß die Zahl der Kiemenspalten an voll entwickelten Personen — die vorliegenden zeigen erst die erste Anlage der Geschlechtsorgane, sind also noch nicht ganz reif — beträchtlich größer als bei den vorliegenden Personen sei. Papillen sind am Kiemensack nicht ausgebildet. Der Endostyl ist ziemlich breit, trotz der ventralen Streckung des Thorax eng geschlängelt. Die Dorsalfalte wird durch tentakelförmige Züngelchen, je eines auf einem Quergefäß, vertreten.

Im Abdomen gelangt ein breites, deutlich klaffendes Entodermrohr (Tafel, Fig. 9 und Textfig. *a* bis *c*), das sich ventrallateral in den Linien der beiden abdominalen Längsmuskelbündel an die Wandung des Abdomens ansetzt, zur Ausbildung und teilt die primäre Leibeshöhle des Abdomens in einen kleinen ventralen und einen sehr umfangreichen, den Darm und die Gonaden enthaltenden dorsalen Raum. Der im dorsalen Raum der primären Leibeshöhle verlaufende Darm (Tafel, Fig. 9 und Textfig. *a* und *b*) bildet eine gerade nach hinten ragende, jedoch das Hinterende des Abdomens nicht ganz erreichende Schleife, die dicht hinter dem Kiemensack eine Drehung von 90° ausführt, so zwar, daß der ursprünglich ventrale ösophageale Schleifenast rechts, der dorsale rektale Schleifenast im Verlauf durch das Abdomen links zu liegen kommt. Der am Hinterende des Kiemensackes entspringende Ösophagus ist mäßig lang und sehr eng. Der dicht vor der Mitte des Abdomens liegende Magen ist sehr groß, scharf abgesetzt, ungemein charakteristisch gestaltet, bei vielen näher untersuchten Personen, davon vier in gute, lückenlose Schnittserien zerlegt, gleichgestaltet. Der Magen ist kaum so lang, wie in größter Spannweite breit, konstant mit fünf gleichmäßig über den Umfang verteilten hoch aufragenden, fast flügelartigen, im Profilumriß sichelförmigen Längswülsten ausgestattet. Während das Hinterende des Ösophagus etwas in den Magen eingedrückt ist, ragen die Vorderenden der fünf Längswülste buckelartig vor und bilden auf diese Weise je einen kurzen, aber deutlichen Cardia-Blindsack. Das Hinterende des Magens ist anderseits gleichmäßig gerundet. Ein Querschnitt durch den Magen (Textfig. *a*) ergibt ein fast regelmäßig fünfstrahliges Bild, dessen regelmäßige Strahlenform nur dadurch manchmal etwas abgeändert wird, daß der dem gegenüberliegenden Darmschleifenast zugewendete Wulstzwischenraum (morphologisch der dorsalmediane, tatsächlich der mittlere linksseitige) eben durch die Einschmiegung des Darmschleifenastes etwas verbreitert ist, wodurch die Strahlenform in eine bilateral-symmetrische abgewandelt wird. Daß es sich bei dieser Magenbildung um echte Wülste, beziehungsweise Falten handelt, geht auch aus der Struktur der Magenwandung hervor, die in den Firsten der Falten deutliche Drüsenstreifen aufweist. Der unter scharfem Absatz gerade aus dem Hinterende des Magens entspringende Mitteldarm ist nicht deutlich vom Enddarm gesondert. Er ist im allgemeinen eng, nur in den mit eiförmigen Fäcesballen gefüllten Teilen dicker, aufgetrieben. Er geht vom Magen eine beträchtliche Strecke nach hinten, wendet sich dann eine kurze Strecke vor dem Hinterende des Abdomens nach links um und geht links neben dem vorlaufenden ösophagealen Darmschleifenast gerade nach vorn, um beim Übergang in den Thorax in die dorsale Mediane einzurücken. Eine Sonderbildung, wie Nachmagen und Drüsenmagen, ist am Mitteldarm nicht erkennbar. Der Enddarm ist am Ende breit gerundet und mündet durch einen schlitzförmigen, von zwei glattrandigen Afterlippen flankierten After aus, und zwar nicht weit von der ziemlich weit zurückgeschobenen Atrialöffnung entfernt.



Querschnitte durch das Abdomen von *Polycitor (P.) lorensis* n. sp., *a* in der Höhe des Magens, *b* etwas vor dem Wendepol der Darmschleife, *c* hinter demselben; $\frac{75}{1}$.

Die Geschlechtsorgane waren in keinem Falle wohl entwickelt; ich konnte nur bei einigen Personen ziemlich junge Anlagen, und zwar weibliche, auffinden. Das weibliche Geschlechtsorgan besteht in dem vorgefundenen Entwicklungszustand aus einer im allgemeinen dünnwandigen, birnförmigen Ovarialblase, die in ganzer Länge dorsalmedian an die Außenwand des Abdomens angeheftet ist, und deren breites Hinterende noch beträchtlich über den Wendepol der Darmschleife hinaus nach hinten ragt, während ihr röhrenförmig verengter Vorderteil sich bis zur Höhe des Hinterendes des Magens nach vorn verfolgen läßt (Textfig. *c* und *b*). Die in die primäre Leibeshöhle hineinragende ventrale Wandung der Ovarialblase ist nach innen hin verdickt und bildet ein in das Lumen der Ovarialblase hineinragendes Ovarium. Die größten an diesem Ovarium beobachteten Eizellen hatten erst

einen Durchmesser von etwa 28 μ, stellen also ein ziemlich frühes Entwicklungsstadium dar. Von männlichen Geschlechtsorganen war keine Spur zu erkennen.

Erörterung: *P. torensis* ist in erster Linie durch die Gestaltung des Magens charakterisiert. In der geringen Zahl der Magenwülste kann er nur mit *P. pulcher* (Ritter)[1] von Alaska in Beziehung gesetzt werden, bei dem die Wand des im übrigen sehr lang gestreckten, nicht wie bei *P. torensis* kurzen Magens „with about six regular, longitudinal folds« versehen sein soll. Auch in der Zahl der Kiemenspalten-Zonen — 8 — kommt *P. pulcher* dem *P. torensis* — 9 — nahe, weicht jedoch in vielen anderen Hinsichten von ihm ab. So ist bei *P. pulcher* der Atrialsipho regelmäßig 6-strahlig und steht (nach der Zeichnung) dicht hinter dem Branchialsipho. Besonders die Längsmuskulatur der Leibeswand scheint bei *P. pulcher* ganz anders geartet zu sein, „becoming spread out into a thin layer apparently increasing somewhat in number posteriorly, in the abdominal region". Daß die Zahl der Kiemenspalten bei *P. pulcher* so beträchtlich größer ist — „about thirty-five in each half series" — ist vielleicht minder bedeutsam. Übrigens ist auch *P. pulcher* eine viel größere Form, deren Personen 20 bis 25 *mm* lang sind. Von einer etwaigen Inkrustation des Zellulosemantels erwähnt Ritter nichts.

In der Inkrustation des Zellulosemantels stimmt *P. torensis* mit den nordischen Vertretern (auch den mediterrenen?) des *P. crystallinus* (Ren.)[2] überein; auch bei *P. nitidus* (Sluit.) soll nach Hartmeyer[3] der Zellulosemantel wenigstens ganz vereinzelt mit Sandkörnchen durchsetzt sein.

Ob die bei den anderen Arten offenbar manchmal stark variable, nach der Untersuchung an einer einzigen Kolonie bei *P. torensis* anscheinend konstante Zahl der Kiemenspalten-Zonen tatsächlich bei der Form des roten Meeres konstant ist, muß durch spätere Prüfung an reicherem Material festgestellt werden.

Eine Zusammenfassung der Längsmuskeln des Abdomens zu zwei dicken Muskelbändern finde ich von keiner anderen Art der Untergattung *Polycitor* erwähnt.

Die einzige andere ostafrikanische *Polycitor*-Art, *P. nitidus* (Sluit.)[4], unterscheidet sich von *P. torensis* schon durch die viel höhere Zahl der Magenwülste — 14 —.

Polycitor (Eudistoma) paesslerioides Mich. var. **hupferi** Mich.

? 1892, *Polycitor (Distoma) renieri* Hartmeyer, Ascid. D. Tiefsee-Exp., p. 309, Taf. XXXVIII Fig. 5, Taf. XLIII Fig. 1.

? 1915, *Polycitor (Eudistoma) paesslerioides* var. *hupferi* Michaelsen, Tunic.. in: Meeresfauna Westafrikas, p. 445, Taf. XIX Fig. 52.

? 1915, *Polycitor (Eudistoma) schultzei* + var. *dualana* Michaelsen, ebend. p. 432, Taf. XVII Fig. 11, Taf. XIX Fig. 56, 58; p. 438, Taf. XVII Fig. 12*a*.

Fundangaben: Rotes Meer, ohne nähere Angabe; Hemprich & Ehrenberg (Mus. Berlin).

Djeddah; Pola-Exp., 1. Febr. 1898.

Tor; Hartmeyer, 8. Nov. bis 17. Dez. 1901.

Port Berenice; Pola-Exp., 24. Nov. 1895.

Weitere Verbreitung der var. *hupferi:* Seychellen (nach Michaelsen 1919); ? Kapland, Franciscbay (nach Hartmeyer 1912); Westafrika, Angola, Kinsembo, ? Ilha de Saõ Thomé, ? Kamerun, Duala (nach Michaelsen 1915).

Verbreitung der Art: Westafrika, Goldküste, Prampram; Französ.-Kongo, Setté Cama (nach Michaelsen 1915).

---

1 *Distoma pulchra* Ritter, Ascid.: In: Pap. Harriman Alashka Exp., p. 243, Taf. XXX, Fig. 24, 25.

2 Siehe *Distomus crystallinus*, Hartmeyer, Ascid. Arktis, p. 309 und: *Distoma crystallinum*, Huitfeldt-Kaas, Synascid. in: N. Nordhavs Exp., p. 10.

3 Hartmeyer, Ascid. D. Tiefsee-Exp., p. 296.

4 *Distoma nitidum* Sluiter, Tunic. Süd-Afrikas, p. 17, Taf. I Fig. 4, Taf. III Fig. 10.

Erörterung: Mir liegen außer den westafrikanischen Originalkolonien mehrere ostafrikanische Kolonien dieser Ascidienform vor.

Die Koloniegestalt derselben ist meist mehr oder weniger dick krustenförmig, zum Teil (Kolonien von den Seychellen) auch dick plattenförmig, bis 10 *mm* dick, oder (Kolonie von Port Berenice) geradezu klumpig.

Das Aussehen der Kolonie, meist sandgrau, weicht bei den Kolonien von Djeddah sehr stark vom gewöhnlichen ab, insofern diese Kolonie sehr heilgrau, fast weißlich erscheint. Dieses besonders helle Aussehen rührt nicht nur von der weißen Farbe des Inkrustationsmaterials (Kalkkörner) her, sondern auch von der Einlagerung gewisser parasitischer Organismen. Es ist nämlich der ganze Zellulosemantel ziemlich dicht mit solchen kautschukartigen elastischen Kugeln besetzt, wie ich sie bei *Polycitor magalhaensis*[1] fand, die ich anfangs irrtümlich für der Ascidie angehörende Kalkkörper ansah, während ich später erkannte, daß es sich hierbei um wahrscheinlich pflanzliche Symbionten handle, daß also meine auf diese eigenartigen Gebilde gegründete Gattung *Paessleria* nicht zu Recht bestehe und mit *Polycitor (Eudistoma)* verschmolzen werden müsse. Während diese Symbionten bei der Originalkolonie von *P. magalhaensis* auf die Oberflächenschicht beschränkt sind, durchsetzen sie bei der Djeddahkolonie von *P. paesslerioides hupferi* die ganze Dicke der Kolonie, die allerdings bei dieser Krustenform nur wenig größer ist als die Außenschicht jener magalhaensischen Ascidie.

Bei einigen ostafrikanischen Kolonien, so zumal bei der Kolonie von Djeddah und der von Hemprich & Ehrenberg gesammelten Kolonie, bei anderen weniger deutlich oder gar nicht, lassen sich Systeme unterscheiden, die Anordnung der Personen in mehr oder weniger regelmäßigen Doppellinien oder in Kreisen und Ellipsen. Auch die Personenaußenflächen mit ihrer sechsstrahligen Struktur sind bei diesen Kolonien deutlicher zu erkennen. Die sechsstrahlige Struktur wird noch besonders deutlich durch Wegfall der Inkrustation auf den Kuppen der sechs Radien (entsprechend den Lappen der Branchialöffnungen) und Häufung der Inkrustation auf den Interradien. Eine besondere Bildung, der ich aber eine besondere systematische Wertigkeit nicht beimesse, zeigt die Kolonie von Djeddah, bei der die Systeme kreisförmig und oval sind. Bei diesen ist der nach dem Zentrum des Systems hinweisende Interradius meist durch eine etwas breitere und viel längere Inkrustationsplatte ausgezeichnet. Dadurch entstehen unregelmäßig sternförmige Zeichnungen im Umkreis des Systemzentrums.

Die Gestalt der Personen ist sehr verschieden, und zwar scheint die starke Kontraktion bei der Abtötung in einzelnen Kolonien eine auffallend starke Veränderung der als normal anzusehenden schlanken Gestalt hervorgerufen zu haben. Wie stark diese Kontraktion war, ersieht man aus gewissen großen Hohlräumen im Zellulosemantel, die zweifellos vom Thorax der lebenden Personen ganz ausgefüllt waren, jetzt aber den Umfang des zusammengeschrumpften Thorax der kurzen gedrungenen Personen um ein mehrfaches übertreffen.

In der charakteristischen Gestalt der Siphonen mit ihrem unscharfen Sphinkter, mit dem verhältnismäßig breiten Velum, in der ziemlich geringen Zahl der Längsmuskelbündel des Thorax und der ziemlich großen (gegen die des verwandten *P. angolanus* aber geringen) Zahl der Ringmuskelbündel des Thorax stimmen meine neuen Untersuchungsobjekte ziemlich gut mit dem Original überein.

In der Zahl und Anordnung der Mundtentakel scheint die ostafrikanische Form mehr der var. *intermedia* Mich.[3] als der var. *hupferi* zu entsprechen. Es erscheint mir aber fraglich, ob diese beiden Varietäten überhaupt voneinander zu sondern sind. Übrigens ist die Zahl und Anordnung

---

[1] *Paessleria m.* Michaelsen, Tunic.; in: Hamburg. Magalh. Sammelreise, p. 69, Taf. I Fig. 1, 2, Taf. III Fig. 11 bis 13.

[2] Michaelsen, Tunic.; in: Meeresfauna Westafrikas, p. 460.

[3] Michaelsen, Tunic.; in: Meeresfauna Westafrikas, p. 449.

der Mundtentakel sehr schwer festzustellen, und die Anordnung ist auch sehr von Kontraktionsverhältnissen abhängig. Ich habe bei den Personen des ostafrikanischen Materials vielfach nur 3 Tentakelkreise erkennen können; manchmal glaubte ich aber auch 4, 5 oder gar 6 zu sehen.

Die Zahl der Kiemenspalten einer Zone ließ sich leider bei keiner Person des ostafrikanischen Materials auch nur annähernd feststellen.

Fraglich erscheint mir, ob diese Art, beziehungsweise Varietät mit Hartmeyer's *P. reuieri* zusammengehört. Leider gibt Hartmeyer keine Angaben über die innere Organisation der Siphonen und die Verhältnisse der Mundtentakel seiner Art, und diese Verhältnisse sind für die Zuordnung zu dieser Formengruppe entscheidend. Von einem Drüsenmagen, wie er bei meinem Originalmaterial sowie bei dem neuen Material am Wendepol des Darms stets deutlich erkennbar ist, erwähnt Hartmeyer nichts, doch zeigt die betreffende Zeichnung (1. c. 1912, Taf. XLIII Fig. 1) am Wendepol der Darmschleife eine plötzliche Verengung des Mitteldarms, die auf eine solche Bildung hindeuten mag. Vielleicht war der Drüsenmagen bei Hartmeyer's Material nur durch die Füllung des Darmes mit Fäcesballen undeutlich geworden. Im übrigen findet sich auch bei meinem Material die von Hartmeyer als für seine Art als charakteristisch angesprochene Buchtung des Mitteldarms.

Fraglich erscheint mir auch, ob der westafrikanische *P. schultzei* Mich. von *P. paesslerioides* getrennt werden darf. Diese im Golf von Guinea vorkommende Form soll sich von *P. paesslerioides* hauptsächlich durch die gedrungene Gestalt der Personen und der Siphonen, durch die Gestaltung der Muskulatur der Leibeswand des Abdomens und die (Anordnung und) Zahl der Mundtentakel unterscheiden. Die gedrungene Gestalt des Körpers und der Siphonen mag auf sehr starker Schrumpfung bei der Abtötung beruhen, ebenso die Anordnung der Mundtentakel, bei der eine Sonderung in verschiedene Kreise nicht deutlich beobachtet wurde. Die Zahl der Mundtentakel, 45, ist immerhin recht beträchtlich, wenngleich nicht so groß wie bei dem typischen *P. paesslerioides* (zirka 100). Diese Zahl ist aber, wie es bei hohen Zahlen häufig vorkommt, offenbar sehr variabel, so daß wir die von *P. schultzei* als unteres Extrem einer weiten Variationsreihe ansehen könnten. Was die Muskulatur am Abdomen anbetrifft, so vereinen sich auch bei *P. paesslerioides* die am Anfang des Abdomens gesonderten Längsmuskelbündel am Hinterende des Abdomens jederseits zu zwei schließlich ganz zusammenfließenden Muskelbündeln, allerdings wohl etwas weiter hinten als bei *P. schultzei*, nämlich erst hinter der Mitte des Abdomens, und andererseits sind auch bei *P. schultzei* die Muskelbündel am Anfange des Abdomens in mehrere dünnere Muskelbündel gespalten, allerdings wohl in eine etwas geringere Zahl (je vier oder fünf) als bei *P. paesslerioides*.

Ein naher Verwandter des *P. paesslerioides* ist wahrscheinlich auch *P. (Eudistoma) mayeri* Hartmeyer von den Tortugas.[1] Bei dieser Art, deren Mundtentakelverhältnisse nicht geklärt sind, liegt jedoch der Magen deutlich weiter hinten im Abdomen. Bei *P. paesslerioides* liegt er, wenigstens bei ausgestreckten Personen, nie so weit hinten, daß er in den Bereich der Gonaden käme, Auch bei weit ausgebildeter, einen großen Raum einnehmender Hode liegt diese normalerweise ganz hinter dem Magen. Nur bei ganz stark geschrumpften Personen kann die Hode in den Bereich des Magens rücken.

Fam. **Synoicidae.**

Gen. **Polyclinum** Sav.

Polyclinum saturnium Sav.

1816, *Polyclinum saturnium* + *P. cythereum* + *P. isiacum* + *P. hesperium (?* + *P. uranium)* Savigny, Mém. Anim. s. vert. II[1], p. 190, Taf. XIX Fig. 1; p. 191, Taf. XIX Fig. 3; p. 191, Taf. XIX Fig. 4; p. 192, Taf. XIX Fig. 2; (p. 193, Taf. XVIII Fig. 2).

1915, *Polyclinum saturnium*, Hartmeyer, Üb. Ascid. Golf v. Suez, p. 424.

---

[1] Hartmeyer, Polycitor (Eud.) mayeri from the Tortugas, p. 91, Taf. I, Fig. 1 bis 6.

Fundangaben: Suës, im Flachwasser am Strande; E. Bannwarth, Nov. 1913.
Rotes Meer, ohne nähere Angabe; Hemprich & Ehrenberg (Mus. Berlin).

Alte Angaben: Golf von Suës (nach Savigny 1816), Suës (nach Hartmeyer 1915).

Bemerkungen: Ich kann einen wesentlichen Unterschied in den Beschreibungen und Abbildungen der verschiedenen Savigny'schen *Polyclinum*-Arten mit Ausnahme von *P. constellatum* und *P. uranium* nicht erkennen. Die Zahl der Kiemenspaltenzonen ist bei *Polyclinum*-Arten nachweislich etwas variabel. Die verschiedene Festigkeit des Zellulosemantels sowie die Dichte und Vollständigkeit der Inkrustation mag auf Standortsverschiedenheiten, die erstere vielleicht auch auf jahreszeitliche Umwandlungen zurückzuführen sein. Derselbe Umstand mag für die Verschiedenheit der Personenzahl, -dichte, und -größe der mit verschieden scharf abgegrenzten Systemen ausgestatteten Kolonien verantwortlich sein. Andere anscheinende Unterschiede sind wohl als Erscheinungen besonderer Kontraktion bei der Abtötung zu erklären, so die Verschiedenheit in Gestalt und Größe der Personen und ihrer Regionen. Fraglich erscheint mir nur, ob auch *P. uranium* Sav. dem *P. saturnium* zuzuordnen sei. Bei dieser Form sinkt die Zahl der Kiemenspaltenzonen auf 12; sie kommt dadurch dem *P. constellatum* Sav. (l. c. 1816, p. 189, Taf. IV Fig. 2, Taf. XVIII Fig. 1) näher. Auch die einfache, regelmäßige Gestalt der Kolonie erinnert an diese Art, wenn sie nicht als Jugendstadium — die Originalkolonie enthält nur ein einziges System — gedeutet werden muß. Beachtenswert ist, daß die vielen von mir und anderen untersuchten *Polyclinum*-Formen, die sicher die typischen Eigenschaften des *P. constellatum* aufweisen, sämtlich dem Indischen Ozean entstammen, während im Roten Meer bisher nur *P. saturnium* in typischer Ausbildung sicher nachgewiesen wurde. Dies spricht sehr für die Zugehörigkeit des *P. uranium* zu *P. saturnium*. Ich sehe deshalb davon ab, die Art *P. constellatum*, fragliches Synonym zu *P. uranium*, als fragliche Form des Roten Meeres aufzuführen.

Gen. **Amaroucium** Edw. (emend.).

1909, *Amaroucium* part. + *Psammaplidium* part., Hartmeyer, Tunic., in: Bronn, Kl. Ordn. Tierr., p. 1465, 1470.

Die Umgrenzung der Gattung *Amaroucium*, und zwar besonders ihre Sonderung von der Gattung *Aplidium* Sav. (s. s.), war bisher nicht ganz klar. Nach Hartmeyer (l. c. 1909, p. 1465) soll sich *Amaroucium* durch die Annäherung der Atrialöffnung an die Branchialöffnung, die lange Atrialzunge, die größere Zahl der Kiemenspaltenreihen und das verhältnismäßig lange Postabdomen von *Aplidium* unterscheiden. Hartmeyer scheint das Hauptgewicht auf das Vorkommen einer langen Atrialzunge zu legen, denn ihretwegen stellt er die seiner Ansicht nach zwischen *Amaroucium* und *Aplidium* vermittelnden Formen der Gattung *Polyclinoides* Dr. zu *Amaroucium*.

Die hier in Anwendung gebrachten Unterscheidungsmerkmale sind zum größten Teil, so die auf Zahlen-, Größen- und Entfernungsverhältnissen beruhenden, nicht scharf zu fassen. Die Zahl der Kiemenspaltenzonen stellt in der Gruppe *Amaroucium-Aplidium* eine so ununterbrochene Reihe dar, daß eine Teilung dieser Gruppe nach einer bestimmten Zahl nur auf einem ganz willkürlichen Schnitt beruhen könnte. Ähnlich verhält es sich mit den beiden anderen Größenverhältnis-Bestimmungen. Das von Hartmeyer in erster Linie berücksichtigte Merkmal, das Vorkommen oder Fehlen einer Atrialzunge, ist meiner Erfahrung nach in dieser Gruppe als Sondercharakter nicht verwertbar. Es schwankt innerhalb ein und derselben Art, beziehungsweise Kolonie. So besitzen einige Personen einer Kolonie von *Aplidium petreuse* n. sp. eine gleichmäßig kurz-sechszipflige Atrialöffnung, während sich bei anderen Personen die beiden vordersten Zipfel zu langen Atrialzungen ausziehen, häufig unter gleichzeitiger Rückbildung der hinteren oder auch der mittleren Zipfel. Das Vorkommen oder Fehlen von mehr oder weniger deutlichen Atrialzungen scheint hier von der Lage der Person im System, von ihrer Entfernung von der gemeinsamen Kloakenöffnung abhängig zu sein.

Viele sonst ganz typisch nach *Aplidium* hin ausgebildete Arten, unter anderen auch der Typus der Gattung, *Aplidium lobatum* Sav., besitzen wohl ausgebildete Atrialzungen. Eine bessere, schärfere Sonderung der beiden in dieser Gruppe offenbar enthaltenen Formentypen, der langen *Amaroucium*-Form und der kurzen *Aplidium*-Form, läßt sich meiner Ansicht nach gewinnen, wenn man statt der Größenverhältnisse des Postabdomens die mit diesen Größenverhältnissen in Beziehung stehende Gestaltung der männlichen Geschlechtsorgane verwendet. Bei den mit kurzem, breitem Postabdomen ausgestatteten *Aplidium* setzen sich die Hodenbläschen in Gestalt eines Büschels oder einer gedrungenen Traube zusammen, bei dem mit schlankerem, manchmal ungemein langem Postabdomen ausgestatteten *Amaroucium* sitzen die Hodenbläschen dagegen zweizeilig an einem mehr oder weniger langen Samenleiter, je nach der Zahl der vorhandenen Hodenbläschen die Gestalt einer mehr oder weniger langen Ähre darstellend. Nach dieser Fassung handelt es sich nicht mehr um ein schwankendes Größenverhältnis, sondern um eine scharf zu beschreibende Gestaltung. Die Hodenähre des *Amaroucium*, mag sie nun eine kleinere oder größere Zahl von Hodenbläschen tragen und in einem kürzeren oder längeren Postabdomen liegen, läßt sich meiner Erfahrung nach stets von dem kurzen, breiten Hodenbüschel des *Aplidium*, bei dem stets mehr als zwei Hodenbläschen durch einen Querschnitt getroffen werden, unterscheiden. Ob vielleicht auch die Lage des Entodermrohres ein bedeutsames Unterscheidungsmerkmal für diese Gattung abgibt, lasse ich einstweilen dahingestellt sein. Bei den *Amaroucium*-Arten, die ich darauthin näher untersucht habe, spannt es sich als klaffende Doppelmembran in der Länge des Postabdomens frei aus, die primäre Leibeshöhle des Postabdomens in einen etwas umfangreicheren, die Gonaden enthaltenden dorsalen und einen wenig kleineren ventralen Teil sondernd. Bei den von mir untersuchten *Aplidium*-Arten legt sich dagegen das Entodermrohr einseitig (anscheinend wenigstens nicht genau ventral) ziemlich eng an die Wand des Postabdomens an, einen sehr engen (ventralen) Raum von dem sehr weiten, die großen Gonaden enthaltenden (dorsalen?) Teil absondernd. Die von Hartmeyer der Atrialzunge wegen mit *Amaroucium* verschmolzene Gattung *Polyclinoides* Dr. ist nach meiner Anschauung ein typisches *Aplidium*.

Die Diagnose der Gattung *Amaroucium* Edw. lautet nach meiner Auffassung folgendermaßen:

Diagnose: Branchialöffnung mit sechs Lappen; Atrialöffnung mit langer, einfacher oder mehrteiliger Atrialzunge.

Kiemensack mit ziemlich vielen Kiemenspaltenzonen.

Magen mit Längsfalten.

Postabdomen mehr oder weniger lang.

Hode: Hodenbläschen mehr oder weniger regelmäßig, zweizeilig am Samenleiter sitzend, eine ährenförmige Hode bildend.

Amaroucium savignyi n. sp.

(Tafel, Fig. 5 bis 7.)

? 1816 *Aplidium effusum* Savigny, Mém. Anim. s. vert. II[l], p. 185, Taf. XVI Fig. 3.

? 1909, *Amaroucium effusum*, Hartmeyer, Tunic., in: Bronn, Kl. Ordn. Tierr., p. 1467.

Fundangaben: Suës, Flachwasser am Strande; E. Bannwarth (typische Kolonie).

Tor, Außenseite des Riffes; R. Hartmeyer, 8. Nov. bis 17. Dez. 1901.

Rás el Millan, an Korallen; R. Hartmeyer, 21. bis 27. Dez. 1901.

Gimsah-Bucht, Vorzone; R. Hartmeyer, 11. bis 17. Jänner 1902.

Rás Abu Somer; Pola-Exp., 15. Febr. 1896.

Rotes Meer, ohne nähere Angaben; Hemprich & Ehrenberg (Mus. Berlin).

Alte Angaben: Golf von Suës ? (nach Savigny 1816 für *Aplidium effusum*).

Diagnose: Kolonie krustenförmig, 2 bis 4 *mm* dick, milchig bis hell gelblichgrau.

Oberfläche der Kolonie mit regelmäßig verbogenen, zirka 3 *mm* breiten und $^2/_3$ bis 1 *mm* hohen blasigen Wällen und Wülsten, im feineren glatt und rein, Personen-Außenflächen in mehr oder weniger unregelmäßigen Doppellinien an den Flanken der Oberflächenwälle.

Zellulosemantel weich knorpelig, mit etwas zäher Oberhaut, durchscheinend, ohne Blasenzellen.

Personen $1^1/_2$ bis $4^1/_2$ *mm* lang; Thorax etwas länger oder kürzer als das Abdomen, Taille verengt oder durch ventrale Einschnürung markiert; Postabdomen etwas kürzer als der übrige Körper bis fast doppelt so lang, höchstens schwach abgesetzt.

Leibeswand mit kräftiger Längsmuskulatur, die wenigstens streckenweise in eine große Zahl von Bündeln (etwa 30—50) gesondert ist.

Branchialöffnung gerade vorn am Thorax, 6-lappig, kronenförmig.

Atrialöffnung dorsal, etwa $^1/_4$ der Thoraxlänge nach hinten gerückt, auf sehr kurzem oder undeutlichem Sipho, der mehr oder weniger tief in 6 Läppchen gespalten ist; vorderes Läppchen zu einer sehr großen schlank-zungenförmigen Atrialzunge ausgezogen.

Kiemensack mit etwa 13 (12 bis 14?) Kiemenspaltenzonen.

Darm eine einfache Schleife bildend; Magen in oder etwas hinter der Mitte des vorlaufenden Darmschleifenastes, breit-tonnenförmig, im Querschnitt elliptisch, mit 11 bis 15 gleichmäßig über den Umfang verteilten Längswülsten. After etwas hinter der Mitte des Kiemensackes.

Geschlechtsapparat: Personen zwittrig. Gonaden in der dorsalen Kammer der primären Leibeshöhle des Postabdomens. Ovarium vor der Hode.

Hode mit bis etwa 50 mehr oder weniger deutlich zweizeilig angeordneten Hodenbläschen.

Beschreibung: Koloniegestaltung, Dimensionen und Bodenständigkeit: Die Kolonien (Tafel, Fig. 6) bilden unregelmäßig umrandete, etwa 2 bis 4 *mm* dicke Platten, die krustenförmig einem sehr unregelmäßigen Untergrunde, Konglomeraten von Spongien und anderen tierischen Organismen, wie Serpulidenröhren, aufgewachsen sind und zum Teil noch anhaften. Die größte vorliegende Kolonie hat eine Länge von 78 *mm* und eine Breite von 62 *mm*.

Aussehen: Die Kolonie hat im allgemeinen ein milchig weißes oder hell gelblichgraues wächsernes Aussehen. Nach Angabe der Sammler war die Kolonie von Tor »ein milchig weißer Überzug«, während eine Kolonie von Suës »grünlich weiß« aussah. Die Oberfläche der Kolonie ist auch abgesehen von den auf der Unregelmäßigkeit des Untergrundes beruhenden beträchtlichen Aufwölbungen und Einsenkungen sehr uneben. Diese Unebenheiten werden von dicht gedrängt liegenden blasigen Wällen gebildet. Der Verlauf dieser Wälle, die eine Breite von ungefähr 3 *mm* und eine Höhe von etwa $^2/_3$ bis 1 *mm* haben, ist sehr unregelmäßig; sie sind stark und unregelmäßig verbogen. Ihre Länge ist sehr verschieden; manche sind vielfach so lang wie breit, die kürzesten sind nicht viel mehr als doppelt so lang wie breit. Die Wälle sind durch scharfe Längsfurchen voneinander gesondert. Im ganzen macht diese Oberflächenstruktur den Eindruck der Windungen des hoch entwickelten Säugetiergehirns. Einige kleine Kolonien lassen diese Oberflächenbildung nicht ganz so deutlich erkennen. Das beruht wohl darauf, daß es sich hier nur um gewaltsam losgelöste, stark zerfetzte kleine Stücke handelt. Auch an einigen Teilen der größten Kolonie von Suës (dem Typus, Tafel, Fig. 5) sind die Wälle nur undeutlich ausgeprägt. In diesem Falle liegt meiner Ansicht nach eine Degeneration vor. Diese Stellen sind zum Teil ganz personenlos oder beherbergen doch nur eine spärliche Zahl von Personen, anscheinend die Überreste früherer volkreicher Systeme. Die Wälle der Oberfläche oder vielmehr die zwischen diesen Wällen verlaufenden Furchen stehen aber in unmittelbarer Beziehung zu den Systemen. Es ist nicht auffallend, daß sie bei der Auflösung und beim Schwinden der Systeme ebenfalls undeutlicher werden und ganz schwinden. Im feineren ist die Oberfläche der Kolonie glatt, fast schlüpfrig anzufühlen, rein, ohne Aufwuchs und ohne Inkrustierung. Die Personen sind bei auffallendem Licht kaum erkennbar; bei durchfallendem Licht stellen sie sich als dunkle Flecke oder Streifen dar.

Die Systeme sind mehr oder weniger regelmäßige, sich in unregelmäßigen Krümmungen weithin erstreckende Doppellinien an den steil abfallenden Flanken der Furchen. Stellenweise ist die Einordnung in diese an die Furchen gebundenen Längslinien kaum erkennbar.

Der Zellulosemantel ist im allgemeinen weich knorpelig; seine äußerste Schicht bildet eine etwas zähere Oberhaut. Blasenzellen sind nicht vorhanden; auch fehlt jegliche Inkrustation.

Die Personen (Tafel, Fig. 6 und 7) lösen sich ziemlich leicht vom gemeinsamen Zellulosemantel los. Ihre Gestalt ist ungemein verschieden, und zwar ohne Zweifel sehr der Kontraktion unterworfen, plump (Fig. 6) oder schlank (Fig. 7), in einer Kolonie ausnahmslos oder vorherrschend schlank, in einer anderen Kolonie plump. Die plumpsten Personen sind kaum doppelt so lang wie dick, soweit nur ausgewachsene in Betracht gezogen werden, im mindesten $1^1/_2$ *mm* lang. Die schlanksten Personen erreichen bei einer Dicke von etwa $^1/_3$ *mm* eine Länge von etwa $4^1/_2$ *mm*. Für die Verschiedenheit der Gestaltung, beziehungsweise der Länge ist jedoch nicht allein die verschiedene Kontraktion verantwortlich. Zumal das Postabdomen zeigt eine sehr beträchtliche tatsächliche Verschiedenheit Wachstumsverschiedenheit — der Länge.

Die Körperregionen sind im allgemeinen äußerlich nur undeutlich voneinander gesondert, zumal die Grenze zwischen Abdomen und Postabdomen ist äußerlich kaum ausgeprägt, höchstens als sehr schwache, unscharf begrenzte Verengung. Etwas schärfer ist zumal bei kontrahierten Personen die Taille ausgeprägt, zunächst ventral durch einen mehr oder weniger scharfen Einschnitt; jedoch schmiegt sich das ventral etwas nach hinten ragende Hinterende des Thorax so eng an das entsprechend gestaltete Vorderende des Abdomens an, daß dieser Einschnitt nur deutlich wird, wenn man den Thorax gewaltsam etwas abbiegt. Sehr scharf ist andrerseits die Taille dorsal bei den Personen, die eine sackartig nach außen und hinten sich verwölbende Bruttasche zur Ausbildung gebracht haben.

Der Thorax ist bei anscheinend gleichmäßiger Kontraktion etwa doppelt so lang wie breit und im allgemeinen, abgesehen von der etwaigen Bruttasche, so hoch (dorsoventral) wie breit, vorn im allgemeinen nur wenig verengt, hinten schräg abgestutzt, ventral weiter nach hinten reichend als dorsal. Bei den mit Bruttasche ausgestatteten Personen ist er in der Mitte und hinten viel höher als breit. Die Bruttasche (Tafel, Fig. 6 und 7), die sich etwa vom Ende des vorderen Drittels des Thorax dorsal aufwölbt, ragt hinten als gerundeter Sack nach hinten über den Anfang des Abdomens hinaus, und zwar bei voller Ausbildung (Fig. 6) eine Länge, die ihrer Breite fast gleichkommt. Unvollkommen ausgebildete Bruttaschen (Fig. 7) zeigen sich lediglich als dorsale Aufwölbungen im hinteren Teil des Thorax. Das Vorderende des Thorax ist mehr oder weniger breit gerundet und trägt den Branchialsipho entweder gerade auf seiner Kuppe oder (infolge schiefer Kontraktion?) meist deutlich auf die Rückseite verschoben, manchmal aber (infolge abnormer Kontraktion?) etwas dorsalwärts verschoben und geneigt. Der Atrialsipho ist meist deutlich auf die Rückseite verschoben, manchmal aber (infolge abnormer Kontraktion?) stark vorgezogen, so daß er an der dorsalen Ecke des in diesem Falle breiter erscheinenden Vorderendes des Thorax in gleicher Höhe neben dem Branchialsipho, wenn nicht noch etwas weiter vorragend steht.

Das Abdomen ist bei unreifen Tieren ohne Bruttasche ungefähr so dick wie der Thorax, je nach der Kontraktion etwas kürzer (Fig. 6) als dieser oder etwas länger (Fig. 7).

Das Postabdomen ist bei einigen stark kontrahierten Personen kürzer als der übrige Körper (Fig. 6), bei vollster Ausbildung und schlanker Streckung fast doppelt so lang wie Abdomen und Thorax zusammen (Fig. 7), am Vorderende ungefähr so dick wie das Abdomen, hier manchmal (nicht immer) durch eine seichte Verengung auch äußerlich vom Abdomen abgesetzt. Nach hinten verengt sich das Postabdomen ein wenig und endet schließlich entweder in breiter Rundung oder in gerundet kegelförmiger Verjüngung. Manchmal zeigt das Hinterende des Postabdomens eine buckelige Vorwölbung, selten zwei solche schwache Aussackungen.

Der Branchialsipho ist regelmäßig 6-strahlig kronenförmig. Seine sechs Läppchen sind einfach und kurz zungenförmig oder etwas geschweift, herzförmig, selten etwas schlanker gleichschenklig dreiseitig.

Der Atrialsipho ist sehr kurz, aber meist deutlich ausgeprägt, ein schmaler, die quer ovale Atrialöffnung umfassender Saum, dessen freier Rand 6 mehr oder weniger tiefe Einkerbungen

aufweist. Häufig ragen die Abschnitte zwischen diesen Einkerbungen stärker vor und stellen dann kurz-zungenförmige Läppchen dar, ähnlich den Läppchen des Branchialsiphos. Das vorderste Läppchen ist sehr stark verlängert, zu einer großen, schlank dreiseitigen oder zungenförmigen Atrialzunge ausgezogen. Dieses Atrialzungenläppchen ist jedoch häufig etwas aus dem Kreise der übrigen Läppchen, beziehungsweise des Saumes, der den Atrialsipho bildet, herausgebogen, so daß es etwas vor dem Atrialsipho zu stehen scheint. Tatsächlich gehört es aber dem Läppchenkranze an. Manchmal ist auch eines der übrigen Läppchen deutlich verlängert oder sogar zwei oder drei derselben, so daß mehrere Atrialzungen vorhanden zu sein scheinen, von denen jedoch eine stets die anderen an Länge übertrifft und sich als eigentliche Atrialzunge darstellt. Diese eigentliche Atrialzunge ist stets einfach. Manchmal zeigt ihr Rand einige wenige scharfe oder mehrere undeutliche Einkerbungen, die an die Gestaltung der Atrialzunge von *Amaroucium lubricum* Sluit. (siehe unten unter Bemerkungen) erinnern. Die eigentliche Atrialzunge scheint auch nicht stets gerade median vor dem Atrialsipho zu liegen, sondern manchmal ein wenig zur Seite gerückt zu sein; doch mag dies auf unregelmäßiger Kontraktion des Thorax beruhen.

Die Leibeswand des Thorax ist ziemlich dick. Ihre Ringmuskulatur ist im allgemeinen zart, jedoch am Branchialsipho stark verdickt, hier einen kräftigen, aber anscheinend nicht scharf begrenzten Sphinkter bildend. Die Längsmuskulatur ist kräftig. Sie besteht aus einer großen Anzahl, etwa 30—50, durch schmale Zwischenräume voneinander gesonderten, vielfach Gabelungen und Anastomosen bildenden Bündeln, die aber bei gewissen Kontraktionsformen streckenweise so eng aneinanderrücken können, daß sie scheinbar eine geschlossene Schicht bilden.

Die inneren Organe des Thorax sind durch Fältelung so eng zusammen gelegt, daß ihr Bau nicht ganz klargestellt werden kann; zumal der Kiemensack ist durch Zusammenschrumpfung fast ganz unaufklärbar.

Der Mundtentakelkranz besteht aus einer ziemlich kleinen Zahl fingerförmiger Tentakel von anscheinend verschiedener Größe (wenigstens verschiedener Dicke); es mögen etwa 10 (8 bis 12?) Tentakel sein.

Das Flimmerorgan ist ein schief trompetenförmiger Körper mit röhrenförmiger Durchbohrung, die in einer einfachen, länglich gestreckten Öffnung ausmündet.

Der Kiemensack besitzt eine ziemlich große Zahl von Kiemenspalten-Zonen. Ich glaube an einem möglichst durchsichtig gemachten gefärbten Thorax (Tafel, Fig. 7) deren 13 zu zählen; doch kann ich die Richtigkeit dieser Zählung nicht ganz sicher verbürgen. Mutmaßlich ist das tatsächliche Verhalten in die Fassung: »etwa 12 bis 14 Kiemenspaltenzonen« eingeschlossen. Die Zahl der Kiemenspalten in einer Zone ließ sich auch nicht annähernd feststellen. Der Endostyl ist sehr dick, bei allen Untersuchungsobjekten eng geschlängelt, wohl infolge von Kontraktion. Die Quergefäße scheinen annähernd gleich breit zu sein.

Das Entodermrohr sondert die primäre Leibeshöhle des Postabdomens in einen etwas größeren, die Gonaden enthaltenden dorsalen Raum und einen etwas kleineren, aber immerhin noch recht beträchtlichen ventralen Raum. Die dicken Blätter des Entodermrohres, die infolge von Schrumpfung mehr oder weniger starke und unregelmäßige Querfältelung aufweisen können, umspannen ein deutliches, an den Seiten scharfkantiges, in der Mediane nach oben und unten gewölbtes Lumen.

Der Darm bildet eine je nach der Streckung oder Zusammenziehung lange oder kurze einfache, ziemlich enge, gerade nach hinten gehende Schleife und zeigt bei stark geschrumpften Personen eine starke Verkürzung durch unregelmäßige enge Schlängelung. Der ventral verlaufende Ösophagus erscheint bei gut gestreckten Personen sehr eng und lang, so daß der Magen ziemlich weit nach hinten geschoben wird. Der gerade von vorn nach hinten gehende Magen liegt in der Mitte oder etwas hinter der Mitte des Abdomens. Er ist breit tonnenförmig, im Querschnitt eiliptisch, ungefähr so breit wie

lang. Das Cardiaende ist kaum verschmälert, quer abgestutzt, zentral etwas eingesenkt, so daß das Hinterende des Ösophagus hier einen kleinen Cardia-Wulst bildet, und die Vorderenden der Magenlängswülste als allerdings sehr kurze Cardiablindsäcke vorragen. Das Hinterende des Magens ist, ziemlich steil gegen den viel engeren Mitteldarm abfallend, kegelförmig verjüngt. Die Magenwandung bildet eine ziemlich große Zahl regelmäßige, gleichmäßig über den ganzen Umfang verteilte Längsfalten, beziehungsweise Längswülste. An Querschnitten durch den Magen vieler Personen konnte ich feststellen, daß die Zahl der Magenwülste von 11 bis 15 schwankt; doch sind die Schwankungen innerhalb einer Kolonie nicht ganz so weit. Vielleicht muß hierbei mit Lokalrassen gerechnet werden. So fand ich bei dem Material von Rás Abu Somer sowie bei dem von Hemprich & Ehrenberg gesammelten Material ausnahmslos 15 Magenwülste in den wenigen Personen, die untersucht werden konnten. Das Suës-Material wies meist 14 Magenwülste auf (viele Personen untersucht), selten weniger, nur ein einziges Mal 15. Eine Unterbrechung und Spaltung der Magenwülste, die einem Übergang zur Maulbeerform des Magens der Gattung *Synoicum* darstellen würde, und wie sie von Hartmeyer vielfach bei *A. variale* (Herdm.) beobachtet wurde (siehe unten!), ist bei *A. savignyi* in keinem Falle angetroffen worden. Am Magen des *A. savignyi* sind deutliche Drüsenlängsstreifen an der First der Längswülste, beziehungsweise am Grunde der Faltenzwischenräume erkennbar. Der Enddarm mündet etwas hinter der Mitte des Kiemensackes durch einen nicht immer gerade endständigen, anscheinend zweilippigen After aus.

Geschlechtsapparat. (Tafel, Fig. 6 und 7): Die Personen sind zwittrig. Die Gonaden liegen in dem dorsalen Raum der primären Leibeshöhle des Postabdomens, und zwar die weiblichen unmittelbar oder fast unmittelbar vor den männlichen. Das Ovarium ist verhältnismäßig klein. Die Eizellen erreichen unter Anfüllung mit grob granulierten Dottermassen am Ovarium die beträchtliche Größe von etwa 0·3 *mm* im Durchmesser. Da manchmal mehrere (bis 3) Eizellen gleichzeitig eine solche Größe erreichen, so ruft das Ovarium bei schlanken, gestreckten Personen eine Anschwellung des Postabdomens hervor. Die Hode besteht aus einer sehr verschieden großen Zahl — als Maximum stellte ich etwa 55 fest — von mehr oder weniger regelmäßig birnförmigen, durchschnittlich etwa 50 μ dicken Hodenbläschen, die mehr oder weniger deutlich eine zweizeilige Anordnung erkennen lassen: Der meist prall mit Samenmassen gefüllte, durchschnittlich etwa 20 μ dicke Samenleiter geht unter geringen oder sehr beträchtlichen Schlängelungen oder gar Windungen dorsal in der Mittellinie nach vorn, um in der Nähe des Afters auszumünden. Der Streckungs-, beziehungsweise Schrumpfungszustand des Materials übt einen großen Einfluß auf das Aussehen des Postabdomens und der darin enthaltenen Geschlechtsorgane aus. Bei gut gestreckten Personen (Fig. 7) liegt das Ovarium anscheinend stets eine beträchtliche Strecke hinter dem Wendepol der Darmschleife, und die Hodenbläschen zeigen dabei eine regelmäßige Gestalt und lockere, deutlich zweizeilige Anordnung. Bei stark geschrumpften Personen (Fig. 6) nehmen die Gonaden fast die ganze Länge des Postabdomens ein. Das Ovarium scheint unmittelbar hinter der Darmschleife zu liegen und bildet zusammen mit den eng aneinander gepreßten und dadurch in ihrer Gestalt veränderten Hodenbläschen eine kompakte, den ganzen dorsalen Raum der primären Leibeshöhle des Postabdomens ausfüllende Masse. Auch die zweizeilige Anordnung der Hodenbläschen wird bei geschrumpften Personen unkenntlich. Der Samenleiter bildet in Anpassung an die Verkürzung des Körpers bei der Schrumpfung viele und weite unregelmäßige Schlängelungen und Windungen, und damit verschieben sich auch die Einmündungsstellen der Hodenbläschen sowie diese selbst, derart, daß ursprünglich hintereinander liegende nebeneinander zu liegen kommen. Während man bei schlanken, gestreckten Personen ziemlich regelmäßig zwei Hodenbläschen nebeneinander findet — deutliche zweizeilige Anordnung —, liegen bei geschrumpften Personen häufig mehr als zwei Hodenbläschen anscheinend nebeneinander. Die Entwicklung der Eier geht in einem dorsal am Thorax befindlichen, bei voller Ausbildung sackartig weit nach hinten über den vorderen Teil des Abdomens hinausragenden Brutraum vor sich, der fast schon als Brutsack bezeichnet werden könnte. Man findet bis 3 Embryonen, beziehungsweise geschwänzte Larven in diesem Brutraum (Tafel, Fig. 6).

Bemerkungen. Es liegt nahe, diese im nördlichen Roten Meer anscheinend häufige *Amaroucium*-Art mit dem einzigen anderen von hier gemeldeten, ebenfalls krustenförmigen *Amaroucium*, dem *Aplidium effusum* Sav. vom Golf von Suës (l. c. 1816), zu vergleichen. In der sehr kurzen und ungenügenden Beschreibung der Savigny'schen Art findet sich nichts, was gegen eine Vereinigung meines Materials mit jener Art spräche. Das »inégalement renflée« des Körpers von *Aplidium effusum* ließe sich vielleicht auf die blasigen Wälle des *Amaroucium savignyi* beziehen. Anders verhält es sich mit den Abbildungen. Der Habitus, so vor allem das Vorkommen von schlanken (Fig. 32) und plumpen (Fig. 34) Personen nebeneinander, und auch die meisten Verhältnisse des inneren Baues harmonieren zwar auch nach den Abbildungen gut mit *Amaroucium savignyi*. Dagegen kann ich zwei wesentliche Besonderheiten jener Abbildungen nicht mit den Befunden an meiner Art in Übereinstimmung bringen, nämlich das Fehlen einer deutlichen Atrialzunge und vor allem die Gestaltung des Magens. Bei *A. savignyi* würde die große Atrialzunge, nach vorn hin an den Körper angelegt, ungefähr die Spitze des Branchialsiphos erreichen, in den beiden Abbildungen von *Aplidium effusum* ist eine Atrialzunge kaum als zahnartiges Spitzchen hinter einem spitzwinkligen Ausschnitt der Rückenlinie angedeutet, wenn jenes Gebilde in den Zeichnungen überhaupt als Atrialzunge angesprochen werden darf. Der Magen zeigt in beiden Savigny'schen Abbildungen gleicherweise außer den beiden im Profil den Außenrand bildenden Wulstfirsten nur 2 Wulstfirsten auf der dem Beschauer zugewendeten Seite. Man müßte nach diesem Aussehen, eine gleichmäßige Verteilung der Magenwülste vorausgesetzt, auf 5 oder höchstens 6 Magenwülste schließen. Eine Fünfzahl der Magenwülste würde auch der Savigny'schen Angabe »ressemblant par la conformation des viscères à ceux des espèces précédentes« entsprechen, nämlich der Magenform von *Aplidium lobatum* Sav. und *A. tremulum* Sav. (Das von Savigny nicht selbst untersuchte *A. ficus* (L.) muß hier wohl außer Betracht gelassen werden). Die anscheinende Abweichung in der Bildung der Atrialzunge würde allein kaum ein Hindernis gegen die Vereinigung beider Formen bilden. Die Atrialzunge könnte ja bei dem Savigny'schen Material abgebrochen oder so zur Seite gebogen sein, daß sie im Profil nicht zur Anschauung kam. Kaum vereinbar mit meinen Befunden erscheint mir aber die geringe Zahl der Magenwülste bei *Aplidium effusum*, anscheinend 5 oder höchstens 6 gegen 11 bis 15 bei *Amaroucium savignyi*. Ich halte es deshalb für richtiger, die mir vorliegende Form als besondere Art zu behandeln, und beschränke mich darauf, *Aplidium effusum* Sav. als fragliches Synonym dieser Art anzuschließen.

Amaroucium savignyi steht offenbar nahe dem *A. lubricum* Sluit.[1] von Natal und dem *Aplidium mauritaniae* Sluit.[2] von »Baie de l'Ouest«[3] in Nordwestafrika, ebenfalls einem typischen *Amaroucium*, wie ich diese Gattung auffasse. Die Art des Roten Meeres unterscheidet sich von diesen beiden anderen afrikanischen Arten in erster Linie durch die Gestaltung der Oberfläche der Kolonie, durch die blasigen Wälle, an deren Flanken die Personen-Außenflächen liegen; doch ist zu beachten, daß diese Oberflächengestaltung nicht überall und immer gleich deutlich ausgebildet ist. In der Krustenform der Kolonie kommt *A. savignyi* vielleicht dem *A. lubricum* näher. Zwar spricht Sluiter bei dieser Art nicht von Krusten, sondern nur von »Massen von verschiedener Größe«; in der Abbildung (l. c. Taf. I Fig. 8) sehen diese Massen aber wie dünnere Platten, beziehungsweise Krusten aus. Die Zahl der Kiemenspaltenzonen ist anscheinend bei *A. savignyi* (etwa 13 [12 bis 14?]) mutmaßlich etwas größer als bei den andern erwähnten Arten (10).

---

[1] 1898, *Amaroucium lubricum* Sluiter, Ascid. Süd-Afrika, p. 31, Taf. I Fig. 8, Taf. V Fig. 1.

[2] 1915, *Aplidium mauritaniae* Sluiter, Ascid. West-Küste Afrikas, p. 50, Taf. IV Fig. 15.

[3] Nach Sluiter soll sich das Gebiet, aus dem die betreffende Sammlung stammt, »von Kap Blanco als nördlichster Grenze, bis zur Mündung des Senegals als südlichster Grenze« erstrecken. Auf meinen Karten finde ich in diesem Gebiet keinen Ort solchen Namens, wohl aber eben nördlich von Kap Blanco (zirka 20° 50' N, 17° 4' W) schon auf dem spanischen Gebiet, eine in der oberhoheitlichen Sprache als »Bahia del Oeste« bezeichnete Bucht. Es ist wohl kaum zweifelhaft, daß es sich hier um diese Bucht von Rio de Oro eben nördlich von Kap Blanco, nicht um einen Fundort an der Küste von Mauretanien, handelt.

Auch mit den subantarktischen Formen *Amaroucium variabile* var. *tenerum* Herdm.[1] und *A. irregulare* var. *concinnum* Herdm.[2] scheint *A. savignyi* ziemlich nahe verwandt zu sein; doch besitzen beide beträchtlich größere Personen und eine ebene Kolonieoberfläche, nicht jene charakteristischen Oberflächenwälle des *A. savignyi*.

Amaroucium erythraeum n. sp.

(Tafel, Fig. 10.)

Fundangabe: Guleitaca; Pola-Expedition, 20. Dezember 1897 (1 Kolonie).

Vorliegend eine *Amaroucium*-Kolonie, die ich keiner der bekannten *Amaroucium*-Arten mit Sicherheit zuordnen kann, wenngleich sie in mancher Hinsicht an gewisse Kapland-Arten erinnert. Leider ist der Erhaltungszustand der Personen so ungenügend, daß manche bedeutsame Organisationsverhältnisse unaufgeklärt bleiben müssen.

Diagnose: Kolonie massig, 12 bis 14 *mm* dick. Personenaußenflächen deutlich markiert, annähernd kreisförmige bis 1 *mm* breit.

Systeme deutlich, durch die in ihrem Bereich reine Oberfläche von der sandgrauen Oberfläche der Zwischenpartien abgesetzt.

Zellulosemantel knorpelig, außen zäh und fest, innen mäßig leicht zerreißbar, jedoch ohne scharf abgesetzte Rindenschicht, ohne Blasenzellen, durchweg locker mit feinem Sand durchsetzt.

Personen $4^1/_2$ bis 15 *mm* lang (auch länger oder kürzer?).

Postabdomen mehr oder weniger schlank, stets deutlich vom Abdomen abgesetzt, ohne doch vorn verengt zu sein, am Hinterende mit kleinem Anhang.

Branchialsipho am Vorderende, regelmäßig sechsstrahlig kronenförmig.

Atrialsipho etwas dorsalwärts verlagert, ein quer-ovales Loch, dessen Vorderrand in eine große, einfache, schlank und gleichschenklig dreiseitige Atrialzunge ausgezogen ist.

Kiemensack mit etwa 12 (oder 13?) Kiemenspaltenzonen.

Darm eine einfache Schleife bildend. Magen ungefähr in der Mitte des hinlaufenden Darmschleifen-Astes, groß, unregelmäßig tonnenförmig, mit zirka 25 über den ganzen Umfang verteilten Längsfalten, die zum Teil verkürzt, unterbrochen, gegabelt oder geschweift sind.

Geschlechtsapparat: Personen zwittrig. Ovarium im vorderen Teil des Postabdomens. Hodenbläschen zahlreich (bis etwa 100?), verhältnismäßig klein, mit ziemlich langen Sonderausführgängen, zweizeilig oder stellenweise einzeilig in den Samenleiter einmündend (Zeilenanordnung manchmal undeutlich), hinter dem Ovarium, das Hinterende des Postabdomens freilassend.

Beschreibung. Koloniegestaltung, Dimensionen und Bodenständigkeit: Die vorliegende Kolonie ist ein ziemlich regelmäßig ovaler, mäßig dick-brotlaibförmiger Körper mit konvexer Oberfläche, konkaver Grundfläche und breit gerundetem Rande. Die Länge der Kolonie beträgt 54 *mm*, die Breite 38 *mm* und die Dicke etwa 12 bis 15 *mm*. Eine Anwachsstelle, beziehungsweise -fläche, ist nicht deutlich erkennbar. Die personenlose Grundfläche ist an der Konkavität ziemlich gleichmäßig mit feinem Sand inkrustiert. Es mag demnach die Kolonie einem sandigen Grunde aufgelegen haben. Ich halte es jedoch nach der regelmäßigen, an der Grundfläche konkaven Gestaltung für wahrscheinlich, daß wir es hier mit einer *Dromia*-Schutzhülle zu tun haben. Allerdings sind auch irgendwelche Eindrücke, an denen der Krebs diese fragliche Schutzhülle angepackt haben könne, nicht erkennbar.

Die Färbung ist im großen Ganzen schmutzig-bläulichgrau, ziemlich hell; im einzelnen heben sich die dunkel punktiert milchig-bläulichen Systeme von den mehr sandig-grauen Zwischenpartien scharf ab. Die Kolonie im ganzen ist fast undurchsichtig.

---

[1] Herdman, Rep. Tunic. Challenger II, p. 216, Taf. XIX Fig. 7 bis 12; p. 219, Taf. XIX Fig. 6. — 1911 Hartmeyer, Ascid. Südpolar-Exp., p. 541, Taf. XLVII Fig. 1 bis 5, Taf. LVI Fig. 4 bis 8, 11, Textfig. 12, 13. — 1912 Hartmeyer, Ascid. Deutsch. Tiefsee-Exp., p. 335, Taf. XLIV Fig. 8, 9.

[2] 1886, Herdman, Rep. Tunic. Challenger II, p. 223, Taf. XXX Fig. 1—7; p. 225, Tat. XXX Fig. 8.

Die Oberfläche der Kolonie (Tafel, Fig. 10) ist im gröberen durch breite seichte Einbeulungen und dazwischenliegende schwache Erhabenheiten etwas uneben, im feineren ziemlich glatt, stellenweise fast seifig anzufühlen, stellenweise, nämlich zwischen den Systemen, infolge von Inkrustation mit sehr feinem Sand, etwas rauh.

Systeme (Fig. 10) sind ausgebildet und heben sich durch die Reinheit der Oberfläche in ihrem Bereich deutlich von den schmutzigen, sandgrau inkrustierten Zwischenpartien ab. Die Systeme bestehen anscheinend aus einer ziemlich großen Zahl von Personen. Da jedoch gemeinsame Kloakenöffnungen nicht nachweisbar sind, so läßt sich in den einzelnen Fällen nicht feststellen, ob es sich um ein einziges System oder um mehrere aneinander stoßende Systeme handle. Ich zählte 18 und mehr Personen in gewissen abgeschlossenen Gruppen, die ein einziges System darzustellen schienen. Die Personen sind stellenweise deutlich in ziemlich engen Doppelreihen, die auch Gabelungen, Auswüchse und andere Unregelmäßigkeiten aufweisen können, angeordnet; stellenweise bilden sie unregelmäßigere Gruppen. Manchmal findet man ziemlich regelmäßige sternförmige Gruppen von fünf oder sechs Personen, die sich aber einseitig an andere Gruppen anschließen, so daß sich ihre Selbständigkeit als besonderes System nicht nachweisen ließ.

Die Personenaußenflächen sind sehr deutlich ausgeprägt, breit-oval, fast kreisrund oder geradezu kreisrund, mit einem Durchmesser von $^2/_3$ bis 1 *mm*. Bei den meisten Personen der vorliegenden Kolonie hat sich der Weichkörper von der Personenaußenfläche ins Innere der Kolonie zurückgezogen. Bei diesen Personen stellen sich die Außenflächen als annähernd kreisrunde, dunkle, von einem sehr hellen, fast weißen, einseitig meist etwas verbreiteten Ring umgebogene Flecke dar. Bei Personen, deren Weichkörper bis an die Außenfläche vorragt, erscheinen die Außenflächen der Personen als hellgelblich-graue, fast kreisrunde, schwach erhabene Polsterchen. Die Außenflächen der Personen sind ganz rein, ohne Inkrustation, ebenso ihre unmittelbare Umgebung, zumal nach innen im ganzen Bereich der Systeme. Die Zwischenräume zwischen den Systemen zeigen dagegen eine Inkrustation mit sehr kleinen, grauen und schwarzen Sandkörnern. Sie heben sich dadurch scharf von den Systemen ab.

Das Aussehen der Kolonie im ganzen erinnert sehr an gewisse Formen der Gattung *Botryllus*, beziehungsweise *Sarcobotrylloides*.

Der Zellulosemantel ist knorpelig, in den inneren Teilen noch ziemlich leicht zerreißbar, in der Außenschicht jedoch sehr fest und zäh. Die härtere Rindenschicht ist jedoch nicht scharf gegen die weichere Innenmasse abgesetzt. Der Zellulosemantel ist in kleineren Fetzen schwach durchscheinend, bläulich. Er enthält zahlreiche Spindelzellen, dagegen keine Blasenzellen; auch Pigmentzellen konnte ich nicht erkennen. Der Zellulosemantel ist durch seine ganze Dicke ziemlich gleichmäßig und locker mit feinem Sand durchsetzt.

Die Personen sind sehr schwer aus dem Zellulosemantel herauszulösen, hauptsächlich, weil sie sehr unregelmäßig gebogen und meist ziemlich wirr verschlungen sind. Abgesehen von einigen besonders kurzen Personen, konnte ich keine unzerstückt frei präparieren. Die Größe, zumal die Länge der Personen, ist sehr verschieden, und zwar beruht dies in der Hauptsache auf der verschiedenen Größe, beziehungsweise Länge des Postabdomens. Die kürzeste, als Ganzes zur Beobachtung gelangte vollständig geschlechtsreife Person ist nur $4^1/_2$ *mm* lang, wovon $1 \cdot 15$ *mm* auf den Thorax, $1 \cdot 45$ *mm* auf das Abdomen und $1 \cdot 9$ *mm* auf das Postabdomen entfallen; doch fand ich auch ein vollkommen geschlechtsreifes Postabdomen von nur $1 \cdot 5$ *mm* Länge, das also mutmaßlich einer noch kürzeren Person angehört hatte. Andrerseits fand ich viele Abdomenbruchstücke von größerer Länge, bis zu $5^1/_2$ *mm* Länge. Ich vermute, daß selbst diese Länge noch weit überschritten wird; denn viele Personen reichen mit ihren Hinterenden bis in die unterste Schicht der 12 bis 15 *mm* dicken Kolonie, und das nicht in gerader Erstreckung, sondern in starken Krümmungen. Ich schätze, daß einzelne Personen bis etwa 15 *mm* lang sind. Die Längenverschiedenheit der Personen beruht nicht lediglich auf verschiedener Größe. Ein großer Teil derselben beruht offenbar auf verschiedener Streckung. Zumal das Postabdomen scheint sehr kontraktil zu sein, wie nicht nur aus den verschiedenen Verhältnissen zwischen Länge und Dicke,

sondern auch aus dem verschiedenen Verlauf des Samenleiters und der damit zusammenhängenden verschiedenen Lagerung der Hodenbläschen (siehe unten unter Geschlechtsapparat) hervorgeht. Aber auch Thorax und Abdomen sind offenbar kontraktil. Die äußere Sonderung des Weichkörpers in Thorax, Abdomen und Postabdomen ist mehr oder weniger scharf, die Sonderung zwischen Thorax und Abdomen häufig nur schwach ausgeprägt. Der Absatz zwischen Abdomen und Postabdomen ist nämlich bei schlankem, anscheinend gestrecktem Postabdomen sehr scharf, manchmal, bei stark zusammengezogenem, dickem Postabdomen, nur schwach.

Der Thorax ist etwa um die Hälfte länger als hinten breit bis doppelt so lang wie hinten breit, vorn mehr oder weniger deutlich verengt und mehr oder weniger breit gerundet, hinten dorsal manchmal durch die Bildung einer Bruttasche stark aufgetrieben. Ich vermute, daß der Thorax bei voller Ausstreckung viel größere Dimensionen annehmen kann.

Der Branchialsipho liegt gerade am Vorderende des Thorax. Bei voller Erstreckung hat er die Gestalt einer großen, regelmäßig sechsstrahligen Krone, deren sechs Strahlen schlank geschweift zungenförmige oder gedrungen-herzförmige Blätter sind. Bei stärkerer Verengung geht das Vorderende des Thorax ohne Absatz in den Branchialsipho über. Ein eigentlicher Atrialsipho ist nicht ausgebildet. Die Atrialöffnung ist etwas dorsalwärts verlagert; sie bildet ein quer-ovales Loch mit schwach vorstehendem, frei und unregelmäßig krenuliertem Rande, dessen Vorderteil in eine große, basal sehr breite, schlank und gleichschenklig-dreiseitige Atrialzunge ausgezogen ist. Ich habe die an etwa zehn Personen deutlich erkannte Atrialzunge stets einfach gefunden; höchstens zeigt sie am Seitenrande vereinzelt Einkerbungen, die aber lediglich auf unregelmäßiger Schrumpfung zu beruhen scheinen.

Das Abdomen ist bei dem vorliegenden Material stets etwas länger als der Thorax, nicht immer deutlich von diesem abgesetzt, deutlicher aber, falls am Hinterteil des Thorax eine Bruttasche zur Ausbildung gelangt ist und diesen Hinterteil dorsal stark vorgewölbt hat. Auch das Abdomen ist bei dem vorliegenden Material anscheinend meist stark zusammengezogen.

Das Postabdomen ist stets länger als das Abdomen, nicht aber immer länger als Abdomen und Thorax zusammen. Bei voller Ausbildung übertrifft es die Gesamtlänge des übrigen Weichkörpers um ein Mehrfaches. Das Postabdomen ist zweifellos wie die übrigen Teile des Weichkörpers sehr kontraktil, vielleicht in noch höherem Grade als jene; es ist aber anscheinend unabhängig von der Zusammenziehung des Abdomens, ja, manchmal sogar in seinen verschiedenen Teilen verschieden, vorn stärker als hinten kontrahiert. Ohne am Vorderende verengt zu sein, ist es stets dünner als das Abdomen und dadurch deutlich, manchmal sehr scharf, vom Abdomen abgesetzt. Bei starker Längenkontraktion ist das Postabdomen nur wenig dünner als das Abdomen, bei starker Streckung nur etwa halb so dick wie das Abdomen, wenn nicht noch dünner. Das Hinterende ist je nach der Kontraktion verschieden gestaltet, bei Streckung kegelförmig, bei Längenkontraktion, die auf das die große Herzblase enthaltende Hinterende stärker einwirkt, verbreitert und zu unregelmäßigen Querfalten zusammengeschrumpft, gleichsam gestaucht. Das Hinterende des Postabdomens trägt anscheinend konstant einen kleinen kegelförmigen, schlank sackförmigen oder keulenförmigen Anhang, der etwa halb so dick wie das mäßig kontrahierte Postabdomen und im Maximum etwa doppelt so lang wie dick, manchmal viel kürzer ist. Neben diesem Anhang erscheinen manchmal, anscheinend nicht konstant, noch kleinere, mehr buckelförmige Vorwölbungen am Hinterende des Postabdomens.

Die Leibeswand ist am Thorax ziemlich dick, am Abdomen dünn, am Postabdomen wieder etwas dicker. Sie ist mit einer am Thorax und Postabdomen sehr kräftigen, am Abdomen schwächeren Längsmuskulatur versehen. Diese Längsmuskulatur besteht aus einer großen Zahl (etwa 50) von Muskelbündeln, die im allgemeinen durch deutliche Zwischenräume voneinander getrennt sind, stellenweise jedoch enger aneinander rücken und dort eine fast geschlossene Schicht bilden.

Der Mundtentakelkranz besteht aus etwa 12 bis 16 einfachen Tentakeln, die nicht ganz regelmäßig abwechselnd verschieden groß sind.

Das Flimmerorgan ist ein ovales Polster mit anscheinend einfacher Öffnung (nicht ganz genau erkannt!).

Der Kiemensack war bei allen zur näheren Untersuchung gekommenen Personen sehr stark zusammengeschrumpft. Ich habe an einer Längsschnittserie durch den Thorax einer Person mit ziemlicher Sicherheit 11 Dorsalfaltenzüngelchen, die je auf einem Quergefäß entspringen, und 12 Kiemenspaltenzonen nachgewiesen (vielleicht ist jede dieser Zahlen um 1 zu vermehren). Die Dorsalfaltenzüngelchen erscheinen verhältnismäßig groß, die Kiemenspalten, beziehungsweise die sie trennenden, der Länge nach zusammengefalteten freien Längsgefäße ziemlich lang, der der Quere nach stark gefältelte Endostyl sehr umfangreich. Ich schließe daraus, daß der Thorax und mit ihm der Kiemensack einer sehr beträchtlichen Ausdehnung fähig war.

Das Entodermrohr teilt das Postabdomen in einen umfangreichen dorsalen und einen niedrigen ventralen Raum. Ein Lumen war zwischen den beiden Wänden des horizontal ausgespannten Entodermrohres nicht deutlich erkennbar. Es schien durch ein zartes, schwammiges Gewebe ausgefüllt zu sein.

Das große Herz liegt am Hinterende des Postabdomens.

Der Darm bildet eine einfache, gerade nach hinten hängende Schleife mit sehr viel längerem rektalen Ast. Er zeigt bei dem vorliegenden Material viele unregelmäßige, zweifellos auf starker Schrumpfung beruhende Querfältelungen. Der Ösophagus ist ziemlich lang und eng. Der Magen liegt ungefähr in der Mitte des ösophagealen Darmschleifenastes. Er ist groß, unregelmäßig tonnenförmig, meist dorsal-ventral abgeplattet. Am Cardiaende ist er sehr wenig verschmälert, fast gerade quer abgestutzt, zentral eingesenkt, so daß das Hinterende des Ösophagus einen in den Magen einspringenden Cardiawulst bildet und die Vorderenden der Magenlängswülste als deutliche Cardiablindsäcke schulterartig vorspringen. Das Hinterende des Magens ist stumpf-kegelförmig verjüngt. Die Magenwandung bildet eine große Zahl von Längswülsten, beziehungsweise Längsfalten, die jedoch nur zum Teil regelmäßig und gerade in ganzer Länge des Magens verlaufen, zum Teil unterbrochen, verkürzt oder geschweift, vorn-rechts und links-hinten (oder umgekehrt) von einer verkürzten Falte begleitet sind. An einigen Querschnitten stellte ich zirka 25 Längsfalten, beziehungsweise Längswülste fest. Diese Zahl ist natürlich etwas variabel, wie sich schon aus den vielen Unregelmäßigkeiten der Faltenbildung schließen läßt. Ich konnte weder einen Vormagen noch einen Nachmagen nachweisen, doch würde die starke Schrumpfung des Darmes derartige Bildungen, auch wenn sie vorhanden wären, kaum erkennen lassen. Der Enddarm ist sehr umfangreich. Er reicht bis fast an die Atrialöffnung nach vorn und endet hier in breit kuppelförmiger Wölbung. Die Gestaltung des Afters konnte ich nicht genau feststellen.

Geschlechtsapparat: Das Ovarium liegt je nach der Streckung des Postabdomens unmittelbar hinter dem Wendepol der Darmschleife oder eine kurze Strecke hinter demselben dorsal im Anfangsteil des Postabdomens. Die Eizellen erreichen am Ovarium eine beträchtliche Größe, bis etwa 0·3 *mm* Durchmesser. Da zu gleicher Zeit mehrere (bis 3?) große Eizellen ausgebildet werden, so erreicht das Ovarium einen recht beträchtlichen Umfang, so daß es am gestreckten, dünnen Postabdomen eine deutliche Anschwellung hervorruft. Ein Eileiter ließ sich nicht nachweisen. Geschwänzte Larven, bis 3 (?) an Zahl, finden sich häufig in einer dorsalen Auftreibung des hinteren Thoraxteiles, die als Brutraum anzusprechen ist. Die männlichen Geschlechtsorgane haben je nach dem Kontraktionszustand der Person ein recht verschiedenes Aussehen. Bei gut ausgestreckten Personen zeigt der bei praller Füllung mit Sperma ziemlich dicke Samenleiter einen fast gerade gestreckten Verlauf, und die durch je einen ziemlich langen Sonderausführgang unregelmäßig zweizeilig, in manchen Strecken der hinteren Partie auch einzeilig, in den Samenleiter einmündenden Hodenbläschen sind durch gewisse Zwischenräume voneinander getrennt, von ziemlich regelmäßiger, dick birnförmiger Gestalt. Bei stark zusammengezogenen Personen hat der Samenleiter einen unregelmäßig und zum Teil sehr eng geschlängelten und gewundenen Verlauf, und die Hodenbläschen rücken enger aneinander. Die zeilige Ordnung der Hodenbläschen wird hierbei ganz unkenntlich; sie liegen dann dicht gedrängt und aneinander gepreßt, anscheinend zu mehreren in gleicher Breite; auch ihre regelmäßige Gestalt geht durch die

gegenseitige Pressung verloren. Der Habitus des männlichen Geschlechtsapparates ist bei diesen Personen ein ganz anderer als bei gut gestreckten. Die Hode liegt im dorsalen Teil des Postabdomens. Sie beginnt unmittelbar hinter dem Ovarium und reicht fast bis an das Herz nach hinten. Die Hodenbläschen sind verhältnismäßig klein, etwa 50 μ dick. Ihre Zahl ist sehr groß und mag bei ausgewachsenen Personen bis etwa 100 betragen. Der Samenleiter reicht bis weit nach vorn in den Thorax hinein.

Bemerkungen. *A. erythraeum* scheint dem *A. astraeoides* Sluit. von Kapland[1] nahe zu stehen. Es unterscheidet sich von diesem äußerlich durch die Gestaltung der Systeme (unwesentlich?) und die Inkrustation mit feinem Sand. Auch in der Organisation der Personen, die bei *A. erythraeum* größer sind als bei *A. astraeoides,* bestehen Unterschiede. Die Zahl der Kiemenspaltenzonen (12, wenn nicht 13) ist bei *A. erythraeum* größer als bei *A. astraeoides* (nach Sluiter's Text 8, nach seinen Abbildungen aber mindestens 9 [Fig. 3, mit 10 Dorsalfaltenzüngelchen!], wenn nicht 10 [Fig. 2], nach Hartmeyer[2] 8 bis 10). Die Muskulatur der Leibeswand ist bei *A. astraeoides* nach Sluiter schwach. Der Magen hat bei *A. erythraeum* viel mehr Längswülste als bei *A. astraeoides* (zirka 25 gegen 17, nach Hartmeyer's Figur). Der Enddarm reicht bei *A. erythraeum* weiter nach vorn als bei *A. astraeoides.* Auch die Geschlechtsorgane scheinen nach Zahl und Größenverhältnissen bei beiden Arten sehr verschieden zu sein.

Auch das *A. galeritum* Hartmr.[3] vom Kaplande scheint dem *A. erythraeum* nahe zu stehen. Es unterscheidet sich von ihm hauptsächlich durch die Regelmäßigkeit und die geringere Zahl der Magenlängsfalten (14 bis 15 bei *A. galeritum*), eine stärkere Durchsetzung mit Sand sowie die Gestaltung der Kolonie. Bei *A. galeritum* soll eine weichere personenhaltige Außenschicht von einer härteren personenlosen Grundschicht scharf unterschieden sein. Sollte sich meine Vermutung bestätigen, daß das Original von *A. erythraeum* die Schutzhülle einer *Dromia* darstelle, so wäre die Frage aufzuwerfen, ob die einfachere Gestaltung des *A. erythraeum* nicht lediglich eine Folge der Bearbeitung des Stückes durch den Krebs sei, der vielleicht nur die abgetrennte Außenschicht einer *A. galeritum*-artigen Kolonie als Schutzhülle benutzte. Die beiden *Amaroucium*-Arten würden sich zueinander ähnlich verhalten, wie die mit massiger, gestielter personenloser Innen- und Grundschicht ausgestattete *Gynandrocarpa placenta* (Herdm.) zu der von *Pseudodromia latens* Stimps. als Schutzhülle benutzten, eine dünne, personenhaltige Schicht darstellenden *Gynandrocarpa domuncula* Mich.[4]

Gen. Aplidium Sav. (emend.)

1909, *Amaroucium,* part., + *Aplidium* [+ *Psammaplidium,* part.] Hartmeyer, Tunic., in: Bronn, Kl. Ordn. Tierr., p. 1465, 1468, 1470.

Ich habe unter »Gen. *Amaroucium* Edw. (emend.)« meine Ansicht über die Sonderung der Gattung *Aplidium* von *Amaroucium* und eine schärfere Charakterisierung dieser beiden Gattungen eingehend dargelegt. Ich beschränke mich deshalb an dieser Stelle auf eine Neuformung der Diagnose.

Diagnose: Branchialöffnung mit 6 Läppchen, Atrialöffnung mehr oder weniger weit dorsal verlagert, mit oder ohne Atrialzunge.

Kiemensack mit wenigen oder mäßig vielen Kiemenspaltenzonen.

Magen mit Längsfalten.

Postabdomen mehr oder weniger plump.

Hodenbläschen zu einer breit büscheligen oder gedrängt traubigen Hode zusammengesetzt.

Typus: *Aplidium lobatum* Sav.

---

[1] Sluiter, Tunic. von Südafrika, p. 33, Taf. I Fig. 9; Taf. V Fig. 2 bis 5.

[2] Hartmeyer, Ascid. Deutsch. Tiefsee-Exp., p. 351, Taf. XLIV Fig. 5, Textfig. 10.

[3] Hartmeyer, Ascid. Deutsch. Tiefsee-Exp. p. 344, Taf. XLIV Fig. 10, Textfig. 6 bis 8.

[4] Michaelsen, D. stolidobranch. Ascid. Deutsch. Tiefsee-Exp., p. 21.

Aplidium lobatum Sav.

(Tafel, Fig. 11 und 12.)

1810(?), *Aplidium lobatum* Savigny, Tabl. syst. Ascid. simpl. compos., p. 6.

1816, *Aplidium lobatum* + *A. tremulum* Savigny, Mém. Anim. s. vert. II[1], p. 4, 182, Taf. III Fig. 4, Taf. XVI Fig. 1; p. 184, Taf. XVI Fig. 2.

1820, *Aplidium lobatum* + *A. tremulum* Savigny-Oken, in: Isis 1820, Literar. Anz., p. 660, 871; p. 872,

1905, *Aplidium africanum* Sluiter, Tunic. Gravier Tadjourah, in: Mém. Soc. zool. France, XVIII, p. 17, Taf. II Fig. 9.

1909, *A. lobatum* + *A. tremulum*, Hartmeyer, Tunic., in: Bronn; Kl. Ordn. Tierr., p. 1469.

Fundangaben: Suës, Flachwasser am Strande, an durch Spongien(?) zusammengebackenen Sand- und Schillmassen; E. Bannwarth, 1913 (mehrere Kolonien).

Rotes Meer, ohne nähere Angabe, an Korallen; Hemprich & Ehrenberg.

Ältere Angabe: Golf von Suës (nach Savigny).

Weitere Verbreitung: Mittelmeer, Küste von Ägypten (nach Savigny 1816); Golf von Aden, Djibouti (nach Sluiter 1905); ?Malayischer Archipel, Nusa-Laut in der Banda-See (nach Sluiter).

Mir liegen viele meist ziemlich große Kolonien einer *Aplidium*-Art vor, die ich trotz einzelner anscheinender Abweichungen als *A. lobatum* Sav. bestimme, ja die ich, als vom gleichen Fundort wie eines der Originale stammend, fast als Lokaltypen ansprechen möchte. Zumal eine der von Bannwarth bei Suës gefundenen Kolonien (Hamburg Mus. Nr. T. 993) ähnelt so sehr dem von Savigny abgebildeten Original des *A. lobatum* (l. c. 1816, Taf. III Fig. 4), daß mir die Richtigkeit der Bestimmung über jeden Zweifel erhaben scheint. Eine anscheinend bedeutsame Abweichung liegt in der angeblichen Zahl der Atrialzungen. Savigny spricht (l. c. 1810, p. 11, l. c. 1816, p. 6) nur von »un filet membraneux«, beziehungsweise von »l'appendice anal«, und in den Abbildungen (l. c. 1816, Taf. XVI Fig. 1[4] und 1[5]) ist auch nur eine einzige Atrialzunge deutlich erkennbar, während die Personen meines Materials wenigstens in der Regel drei Atrialzungen aufweisen. Es ist aber zu bedenken, daß diese Atrialzungen sehr gebrechlich sind. An vielen der von mir herauspräparierten Personen konnte ich ebenfalls nur eine Atrialzunge oder deren zwei erkennen. Manchmal ließen sich allerdings in diesen Fällen Bruchlinien feststellen, an denen zweifellos zwei abgerissene Atrialzungen, beziehungsweise deren eine, gesessen hatten. Manchmal hatte es aber den Anschein, als seien tatsächlich auch bei diesem Material nur eine oder zwei Atrialzungen vorhanden, so daß ich die Konstanz der Dreizahl nicht als ganz sicher angeben kann. Übrigens zeigen Savigny's Abbildungen in der unmittelbaren Nachbarschaft der Atrialzunge zwei eigentümliche Vorwölbungen, deren Deutung mir fraglich erscheint. Vielleicht beruhen diese auf eingerollten und infolgedessen verkannten Atrialzungen. Eine zweite anscheinend schwerwiegende Abweichung liegt in der Zahl der Quergefäße des Kiemensackes. Savigny gibt an, daß sein Material deren 10 bis 12 besäße: »à ce qu'il parait« (sic!), während mein Material stets 9 oder 10 Kiemenspaltenzonen und demnach nur 8 oder 9 die Kiemenspaltenzonen trennende Quergefäße aufweist. Nun war aber das Savigny'sche Material offenbar stark verschrumpft, und das Netzwerk des Kiemensackes wird ausdrücklich als »peu distinct« angegeben. Unter diesen Umständen muß ich die diesbezügliche Savigny'sche, von ihm selbst als fraglich charakterisierte Angabe als belanglos bezeichnen. Die aus unsicherer Schätzung resultierende Savigny'sche Zahl der Kiemensack-Quergefäße erklärt sich leicht, wenn man berücksichtigt, daß der Kiemensack bei dieser Art vor der ersten Kiemenspaltenzone sowie nach der letzten einen verhältnismäßig breiten Flächenraum besitzt, daß demnach die für die Schätzung in erster Linie sich darbietenden Quergefäße der Mittelpartie verhältnismäßig sehr kleine Bruchteile der Kiemensacklänge abteilen und bei gleichmäßiger Ausrechnung für die ganze Länge des Kiemensackes eine zu große Zahl ergeben.

Als Synonym mit *A. lobatum* halte ich zunächst das von dem gleichen Fundort (Golf von Suës) stammende *A. tremulum* Sav., das von *A. lobatum* nur durch geringe Färbungsunterschiede und durch bedeutungslose Besonderheiten der Koloniegestalt sowie der Festigkeit, Inkrustationsdichtigkeit

und Durchsichtigkeit des Zellulosemantels abweicht. Diese letzteren Besonderheiten des Zellulosemantels beruhen zweifellos auf der Art des den Tieren zur Verfügung stehenden Inkrustationsmaterials. Die weichere, durchsichtigere *A. tremulum*-Form entsteht bei Tieren, denen nur »un sable fin« zur Verfügung stand, während »petit graviers« die festere, wenig durchsichtige *A. lobatum*-Form verursachten. Die mir vorliegenden Kolonien zeigen diese verschiedenen Zustände des Zellulosemantels, ohne doch nach diesen Zuständen artlich getrennt werden zu können. Auch die Koloniegestalt, ob einfach massig (*A. tremulum*) oder gelappt (*A. lobatum*), kann ich als artsonderndes Merkmal nicht anerkennen. Die mir vorliegenden Kolonien, deren Konsistenz zum Teil auf *A. tremulum* hinweist, zeigen übrigens sämtlich die Gestaltung der Kolonie, die für *A. lobatum* charakteristisch sein soll, selbst die einfachsten derselben wenigstens in geringem Maße. Wahrscheinlich spricht die Natur des Untergrundes mit bei der Gestaltung der Kolonie, und dies würde es auch erklärlich erscheinen lassen, daß vielfach zahlreiche Kolonien eines Fundortes die gleiche und damit nur anscheinend charakteristische Kolonieform aufweisen.

Als weiteres Synonym glaube ich *A. africanum* Sluit. dem *A. lobatum* zuordnen zu sollen, dessen Original die *A. lobatum*-Form der Kolonie aufweist und auch in der Dreizahl der Atrialzungen mit meinem sicherlich zu *A. lobatum* gehörenden Material übereinstimmt. *A. africanum* soll nur vier Längswülste am Magen aufweisen, während *A. lobatum* nach meiner Untersuchung an Hunderten von Personen konstant fünf Magenwülste zeigt. Es ist aber zu beachten, daß die Zahl der Magenwülste im optischen Längsschnitt, an dem durchsichtig gemachten Objekt, nicht leicht festzustellen ist, da sich häufig zwei Wülste genau überdecken. Eine sichere Angabe ist nur nach Querschnitten durch das Organ zu machen. Der optische Längsschnitt durch das mir vorliegende fünfwülstige Organ ergab häufig derartige Bilder, wie der Magen in der Sluiter'schen Abbildung (l. c. 1905, Taf. II Fig. 5), Manchmal ist auch einer der Magenwülste durch Streckung in der Querrichtung undeutlicher als die übrigen. Sollte das Original von *A. africanum* tatsächlich nur vier Magenwülste besitzen, so müßten wir in dieser Bildung das Anzeichen einer geringen Variabilität sehen, die höchstens zur Sonderung einer Varietät berechtigen würde.

Etwas fraglich erscheint mir, ob auch das *A. tremulum* Sluiter's vom Malayischen Archipel (l. c. 1909, p. 99) dem *A. lobatum* zuzuordnen sei. Sluiter, der doch an seinem *A. africanum* die dreiteilige Atrialzunge erkannte, spricht bei der malayischen Form nur von »einem kurzen, dreieckigen Zungenfortsatz«, und, was wohl bedeutsam ist, er beschreibt sein Untersuchungsobjekt als Zwitterperson: »ein nur kleines Ovarium, von einigen wenigen kleinen Testisbläschen umgeben«. Nach meiner Untersuchung an Hunderten mit Geschlechtsorganen ausgestatteten Personen von *A. lobatum* sind aber diese Personen durchaus eingeschlechtlich. Sie sind auch offenbar weder protogyn noch protandrisch, denn ganz junge Personen können schon weibliche oder männliche Gonaden aufweisen. Es ist also auch kaum anzunehmen, daß während einer sich seltener darbietenden, von mir nicht beobachteten Übergangsperiode weibliche und männliche Gonaden nebeneinander in einer Person vorkommen könnten. Will man nicht einen Beobachtungsirrtum annehmen, so muß man diese verschiedenen Bildungen als wesentliche Abweichung der malayischen Form von der des Roten Meeres ansprechen. Die räumliche Entfernung zwischen den Fundorten, die Sluiter einige Bedenken zu machen scheint würde meiner Ansicht nach kaum gegen eine Vereinigung der malayischen Form mit der des Roten Meeres und des Golfes von Aden sprechen. Es wäre nicht die einzige Ascidie, die eine derartige Verbreitung über die ganze Breite des Indischen Ozeans hinüber aufweist.

Nach Untersuchung des mir vorliegenden Materials von Suës kann ich die Beschreibung des *A. lobatum* in manchen Punkten bestätigen und ergänzen.

Beschreibung: Die Gestaltung und das Aussehen der Kolonie entspricht meist ziemlich genau der Beschreibung und Abbildung Savigny's von *A. lobatum* (l. c. 1816, Taf. III Fig. 4). Einfach massige Kolonien, wie sie für *A. tremulum* Sav. charakteristisch sein sollen, sind in meinem Material

nicht enthalten; doch zeigen einzelne Kolonien bei *A. lobatum* entsprechender gelappter Form das mehr glasige Aussehen und die weichere Beschaffenheit der *A. tremulum*-Form.

Die Oberfläche der Kolonie ist stets etwas uneben, bei einigen Kolonien sogar sehr uneben, durch mehr oder weniger regelmäßig ovale blasige polsterförmige Auftreibungen, die durch tiefe Furchen voneinander getrennt sind, gefeldert. Die Personenaußenflächen liegen dann im Grunde und an den Flanken der Furchen. Die polsterförmigen Auftreibungen scheinen die Zwischenräume der (doppelreihigen, labyrinthischen) Systeme darzustellen. Die scharfe Ausprägung dieser blasigen Auftreibungen beruht vielleicht zum großen Teil auf Schrumpfung der Personen und ihrer Zellulosemantelkammern; wenigstens hatten die Personen der betreffenden Kolonien ein stark geschrumpftes Aussehen. Sollte sich diese Bildung als wesentlich herausstellen, so müßten diese Kolonien als Vertreter einer besonderen Varietät, für die ich die Bezeichnung »var. *pustulosum*« vorschlüge, angesehen werden. Die Systeme sind verschieden dicht und volkreich, bei meinem Material von *A. lobatum* manchmal etwas dichter als an der von Savigny abgebildeten Kolonie. Daß aber auch bei dem Savigny'schen Material wenigstens stellenweise eine dichtere Gruppierung der Personen stattfand, geht aus seinen Figuren 1^1 und 1^2 der Tafel XVI hervor.

Der Zellulosemantel ist mehr oder weniger weich knorpelig, durchscheinend, von mehr oder weniger feinen Fremdkörpern, kleinen Sandkörnern, Diatomeenschalen u. a., durchsetzt. In den mittleren Partien des Zellulosemantels sind diese Einschlüsse spärlich, während sie sich in der Oberflächenschicht häufen. Blasenzellen fehlen. Die Grundmasse des Zellulosemantels ist von zahlreichen feinen Fäden durchzogen, die nicht sämtlich Ausläufer der Sternchenzellen zu sein scheinen. Außer zahlreichen kleinen Sternchenzellen finden sich besonders in der Oberflächenschicht größere kompakte, in Parakarmin stark färbbare Zellen (Pigmentzellen?) von unregelmäßiger Gestalt und Größe. An Hartkörpern erkannte ich, abgesehen von den Einschlüssen, nur Krystallgruppen unbekannter chemischer Beschaffenheit, bestehend aus äußerst feinen, bis etwa 30 μ langen Stäbchen, die zu vielen radiär entweder von einem Punkte oder von der Oberfläche größerer Zellen und Einschlüsse ausstrahlen. Ob diese meist vielstrahlig sternförmigen Krystallgruppen eine bedeutungslose Folge besonderer Konservierung oder ob sie für diese Art charakteristisch sind, muß dahingestellt bleiben. Blutgefäße habe ich im Zellulosemantel nicht deutlich erkannt, doch mag das nur an der ungünstigen Konservierung des Materials liegen.

Die Personen entsprechen meist den Angaben und Abbildungen Savigny's; doch sind sie zum Teil viel schlanker, wobei sich das Abdomen durch eine fast halsartige Taille von dem sehr viel breiteren Thorax absetzt und auch weiter hinten nicht annähernd die Breite des Thorax erreicht. Eine der schlankeren von mir beobachteten Personen erwies sich als $4^1/_2$ *mm* lang, wovon etwa 2 *mm* auf den Thorax, $1^1/_2$ *mm* auf das Abdomen und 1 *mm* auf das Postabdomen entfielen. Der Thorax war dabei ungefähr 0·85 *mm* dick, die Taille 0·35 *mm*, das Abdomen im Maximum 0·55 *mm* und das Postabdomen (der männlichen Personen) zirka 0·6 *mm*. Die Gestalt des Postabdomens ist bei männlichen und weiblichen Personen — es mag hier vorweg bemerkt werden, daß die Personen eingeschlechtlich, zum Teil männlich, zum Teil weiblich, sind — etwas verschieden, bei männlichen deutlich länger als dick, bei weiblichen nur ungefähr so lang wie dick, nach hinten kaum verdickt. Auch die Gestalt des Thorax ist bei weiblichen Personen meist etwas umgebildet, insofern der zu einem Brutraum ausgeweitete Atrialraum eine starke Vorwölbung an der Rückenseite bildet. Die Leibeswand ist am Thorax mit ziemlich kräftiger, aber weitläufiger Längsmuskulatur versehen.

Der Branchialsipho (Tafel, Fig. 12) liegt gerade am Vorderende des Thorax und ist regelmäßig 6-strahlig kronenförmig, weniger lang als breit. Seine sechs Randläppchen sind verhältnismäßig sehr dick, plump, im Umriß ungefähr herzförmig.

Ein Atrialsipho ist nicht ausgebildet. Die Atrialöffnung (Tafel, Fig. 12) ist ein verhältnismäßig großes, etwas vor der Mitte des Thorax in der Rückenmittellinie liegendes Loch, das von einem ziemlich dicken, aber nur wenig nach außen vortretenden muskulösen Saum eingefaßt ist. Die Vorderkante dieses Saumes geht meist in 3 schlank dreiseitige, an der Basis miteinander

verwachsene Atrialzungen über. Diese Atrialzungen sind verhältnismäßig ziemlich groß, die mittlere vielleicht etwas größer als die seitlichen; doch ist der Unterschied jedenfalls nicht bedeutend. An vielen Personen habe ich nur zwei Atrialzungen oder nur deren eine erkennen können. Vielleicht beruht dies nur auf der Hinfälligkeit dieser Organe, die bei der Präparation leicht abbrechen. Bei einer Person fand ich 4 ungefähr gleich große Atrialzungen. Es liegt hier zweifellos eine gewisse Variabilität in der Zahl der Atrialzungen vor. Die Dreizahl ist offenbar das normale.

Die Mundtentakel sind schlank, fadenförmig, zart. Ich zählte an einer Person deren 16, die abwechselnd verschieden groß waren. Andere Personen schienen keine solche Regelmäßigkeit in der Anordnung der Mundtentakel zu besitzen.

Das Flimmerorgan ist ein etwas gebogener birnförmiger Körper, dessen breiter Pol nicht weit über die entodermale Oberfläche hervorragt. Der Flimmergruppenspalt ist ein einfaches, vielleicht etwas längliches, ovales Loch am breiten Pol des Organs.

Der Kiemensack besitzt in der Regel 9, selten 10 Kiemenspaltenzonen. Bei einer Person (Tafel, Fig. 12) zeigte eine der 9 Kiemenspaltenzonen eine Art Spaltung. Mutmaßlich liegt hier ein Übergang zu der 10-Zahl der Kiemenspaltenzonen vor. Jede Halbzone enthält etwa 10 bis 12 Kiemenspalten. Gegen die Dorsalseite nehmen die Kiemenspalten einer Halbzone allmählich an Länge ab, nach dem Endostyl zeigt nur die letzte Kiemenspalte jeder Halbzone eine Längenabnahme gegen die benachbarte. Dieser Größenunterschied ist besonders deutlich an noch nicht ganz ausgebildeten Kiemensäcken, deren Kiemenspalten noch kurz, oval bis fast kreisförmig sind. Bei ausgewachsenen Kiemensäcken mit langgestreckten Kiemenspalten ist er nicht so deutlich, vielleicht allerdings nur, weil die trennenden Längsgefäße bei diesen Objekten infolge von Schrumpfung stark gebogen waren und keine genauere Messung erlaubten. Die Dorsalfalte wird in der Regel durch 8 ziemlich plumpe Züngelchen vertreten.

Der Darm bildet eine lange, eng geschlossene, nach hinten hängende Schleife, deren rücklaufender Ast nur wenig länger als der hinlaufende ist, so daß sein Ende, der After (Tafel, Fig. 12) ziemlich weit hinten im Thorax zu liegen kommt, nämlich dorsal von der drittletzten Kiemenspaltenzone, deren Mitte von den vorspringenden Afterläppchen kaum erreicht wird. Der Verlauf der Darmschleife zeigt bei dieser Art eine eigentümliche Variabilität. Bei einem Teil der Personen ist die Darmschleife einfach und gerade, so daß der zum hinlaufenden Ast gehörige Magen ventral liegt, bei einem anderen Teil vollführt dagegen die Darmschleife in der Höhe des Ösophagus eine Drehung um 180°, so daß der Ösophagus seitlich am rücklaufenden Darmschleifenast vorbeigeht und der Magen eine dorsale Lage erhält. Die Verschiedenheit ist schon Savigny bei dieser Art aufgefallen und von ihm dargestellt worden (1. c. 1916, Taf. XVI Fig. 1^3 und 1^4). Der Ösophagus ist ziemlich lang und eng, fast gerade oder wenig gebogen, je nach dem Verlaufe der Darmschleife. Der Magen liegt ungefähr in der Mitte des hinlaufenden Darmschleifenastes oder etwas weiter hinten, je nach der verschiedenen, nicht immer regelmäßigen Streckung des Abdomens. Der Magen besitzt bei meinem Material nach Untersuchung an Hunderten von Personen anscheinend konstant 5 stark vorragende Längswülste. Diese Längswülste verteilen sich nicht gleichmäßig über den ganzen Umfang. Die beiden gegen den eng an den Magen angepreßten rücklaufenden Darmschleifenast hingewendeten Längswülste sind durch diese Pressung gleichsam auseinander gedrückt, so daß sie mehr zur Seite ragen. Die Fig. 11 der Tafel zeigt den Querschnitt durch einen dorsal gelegenen Magen, bei dem diese Ausflachung ventral — in der Abbildung unten — zu liegen kommt. Eine auffallende Größenverschiedenheit zwischen diesen Magenwülsten konnte ich bei meinem Material nicht erkennen. Nach Savigny (sowie nach Sluiter bei seinem *A. tremulum* von der Banda-See) sollen die im optischen Längsschnitt (1. c. 1816, Taf. XVI Fig. 1^4 und 1^5) zu äußerst liegenden Wülste schmäler sein als die übrigen. Hier liegt wohl eine leicht erklärliche Täuschung vor. In der Lage, bei der die breite Ausdehnungsfläche des Magens unten liegt (wie zum Beispiel bei meiner Fig. 11), überdecken der zweite und der vierte Wulst jenen ersten, beziehungsweise fünften zum großen Teil, so daß diese letzteren nur als schmale Streifen unter

den in ganzer Breite sich darbietenden mittleren Wülsten hervorschauen und demnach kleiner erscheinen. Die Magenwülste zeigen manche Unregelmäßigkeiten, mehr oder weniger tiefe und mehr oder weniger weit verlaufende sekundäre Längsfurchen, die häufig eine größere Wulstzahl vortäuschen können, ferner manchmal auf unregelmäßiger Schrumpfung beruhende Querfältelung. Die Magenwülste ragen sowohl nach vorn wie nach hinten etwas über die Enden des Achsiallumens hinaus und nicht immer ganz gleich weit. Querschnitte durch den Anfangs- und den Endteil des Magens ergeben daher häufig unregelmäßigere, stark abweichende und leicht irreführende Bilder. An Querschnitten durch die Mittelpartie des Magens (Tafel, Fig. 11) war die 5-Zahl der Magenwülste trotz mancher Unregelmäßigkeiten in keinem Falle zu verkennen. Bemerken muß ich noch, daß bei der oberflächlichen Betrachtung des Magens, zumal bei einer Seitenlage desselben, die Zahl der Längswülste meist kaum festzustellen ist. Manche Objekte ergaben bei einer Seitenlage des Magens genau ein solches Bild, wie Sluiter es von *A. africanum* gibt (l. c. 1905, Taf. II Fig. 9), und aus dem man, bei Annahme einer gleichmäßigen Verteilung der Längswülste am Magenumfang, auf eine 4-Zahl der Magenwülste hätte schließen können. Bei der weitgehenden sonstigen Übereinstimmung des Sluiter'schen *A. africanum* mit *A. lobatum*, die eine Verschmelzung beider Arten nötig macht, drängt sich die Frage auf, ob tatsächlich eine solche Variabilität in der Zahl der Magenwülste angenommen werden müsse, oder ob hier nicht vielleicht ein Beobachtungsirrtum vorliegt. Die Magenwülste beruhen nicht lediglich auf der Einfaltung eines gleichmäßigen Epithels, sondern sind strukturell besondere Bildungen. Ihre Firstpartie bildet einen etwas verdickten Drüsenstreifen, der sich im Querschnitt durch den Magen (Fig. 11) als ziemlich deutlich gesonderte, im Umriß breit ovale Zellgruppe darstellt. Nach den Savigny'schen Abbildungen soll dicht auf den Magen ein kleiner, dick linsenförmiger Nachmagen folgen. Ich glaube bei manchen Personen auch einen solchen Nachmagen erkannt zu haben; bei anderen schien er nicht vorhanden, sondern ausgeglättet oder infolge von kleiner Querschlängelung des hier sehr dünnen Darmes undeutlich geworden zu sein. Der Mitteldarm nimmt den hintersten Teil des hinlaufenden Darmschleifenastes und einen Teil des rücklaufenden Astes ein. Der Enddarm ist nicht scharf vom Mitteldarm abgesetzt. Er ist einfach, ohne Leitrinne und ohne Typhlosolis, stellenweise stark aufgebläht. Der After ist ein querer Schlitz, der von zwei verhältnismäßig ziemlich großen, frei vorspringenden Afterläppchen überragt wird. (Tafel, Fig. 12).

Das Entodermrohr ist der (ventralen?) Außenwand des Postabdomens ziemlich eng angelegt.

Geschlechtsapparat: Die Personen sind nach meinen Befunden an Hunderten sämtlich eingeschlechtlich, entweder männlich oder weiblich, und zwar anscheinend dauernd eingeschlechtlich, nicht etwa das Geschlecht im Laufe des Lebens wechselnd. Ich habe sowohl deutlich männliche wie deutlich weibliche jugendliche Personen mit noch unvollkommen ausgebildetem Kiemensack gefunden, so daß an eine protogyne Entwicklung, wie sie für die Botrylliden charakteristisch zu sein scheint, nicht zu denken ist. Eigentümlich verschieden ist die Verteilung der verschiedenen Geschlechter in den einzelnen Kolonien. Eine Kolonie von Suës (Mus. Hamburg: T. 993) ist typisch monözisch. Sie besitzt nach Untersuchung eines umfangreichen Teilstückes annähernd gleich viele männliche und weibliche Personen anscheinend ohne Regel der Anordnung, unregelmäßig gemischt. Andere Kolonien von demselben Fundort (Mus. Berlin: Nr. 2875 und Nr. 2876 part.) erscheinen nach Untersuchung vieler Personen (einmal 55, das andere Mal 15 Personen) rein weiblich, noch andere Kolonien (Mus. Berlin: Nr. 2876 part, 26 Personen untersucht) ergaben nur männliche Personen, so daß diese Kolonien typisch diözisch, rein weiblich oder rein männlich erscheinen, und zwar darunter zwei Kolonien aus einem Fund, deren eine männlich, deren andere weiblich ist. Schließlich finden sich noch Kolonien, die fast diözisch sind, so eine, bei der sich neben 54 männlichen Personen eine einzige weibliche fand, und eine Kolonie, bei der neben 36 weiblichen eine einzige männliche Person vorkam. Festgestellt muß auch werden, daß der verschiedene Verlauf des Darmes, ob in einfacher, gerader oder in gedrehter Schleife, nichts mit dem Geschlecht der Person zu tun hat. Der männliche Geschlechtsapparat besteht aus einer großen, unmittelbar hinter der Darmschleife gelegenen, das Postabdomen fast ganz auffüllenden und

es hinten sogar etwas aufblähenden Hode, die sich aus einer großen Zahl, etwa 20 bis 30, unregelmäßig birnförmiger Hodenbläschen zusammensetzt, und einen daraus hervorgehenden Samenleiter, der in fast gerader Erstreckung durch das Abdomen hindurch nach vorn hingeht und im Atrialraum ausmündet. Auch das Ovarium liegt dicht hinter der Darmschleife und füllt das bei den weiblichen Personen etwas kürzere Postabdomen fast ganz aus. Die noch am Ovarium haftenden Eizellen, deren eine die übrigen an Größe zu übertreffen pflegt, erlangen hier eine Größe von etwa $^1/_3$ *mm* Dicke. Einen Eileiter habe ich nicht nachweisen können. Der Atrialraum dient bei den weiblichen Personen als Brutraum und erscheint als solcher meist sehr stark aufgebläht. Er enthält vielfach eine oder mehrere (im Maximum fand ich deren 5) große, fast $^1/_2$ *mm* dicke Embryonen oder geschwänzte Larven.

Was die Angaben anderer Autoren über die Geschlechtsverhältnisse bei dieser Art anbetrifft, so weichen sie zum Teil von meinen Befunden ab. Savigny (l. c. 1816, p. 8, 9) spricht bei der Beschreibung von *A. lobatum* nur von weiblichen Geschlechtsorganen. Die Originalpersonen seiner Figuren 1^4 *(A. lobatum)* und 2^2 *(A. tremulum)* (l. c. 1816, Taf. XVI) sind aber zweifellos männlich. Was Savigny als »ovaire« bezeichnet (K″), ist eine typische *A. lobatum*-Hode. Dieser Feststellung scheint die Angabe zu widersprechen, daß eine dieser Personen mit männlichen Geschlechtsorganen eine reife Eizelle, beziehungsweise einen Embryo im Brutraum trägt (Taf. XVI Fig. 2^4, t″, nach Figurenerklärung: »oeuf ou germe sorti de l'ovaire, et plus ou moins voisin de son degré de maturité«, l. c., p. 214). Es handelt sich hier aber sicherlich nicht um eine Eizelle, beziehungsweise um einen Embryo der Ascidie *A. lobatum*. Schon am Ovarium erlangen die Eizellen eine viel beträchtlichere Größe als das von Savigny im Atrialraum abgezeichnete Gebilde, dessen Größe etwa der der kleinen Hodenbläschen entspricht, während die reifen Eizellen, beziehungsweise Embryonen im Brutraum des *A. lobatum* tatsächlich fast so dick wie der Thorax, mindestens deutlich dicker als die halbe Thoraxbreite, sind. Jenes Gebilde ist wahrscheinlich das Ei eines Schmarotzers, etwa eines Copepoden, wie ich sie mehrmals, manchmal in Gruppen zu vielen, im Peribranchialraum oder im Atrialraum vorfand. Die in Savigny's Fig. 1^5 der Taf. XVI abgebildete Person ist nach Maßgabe der Gestalt des Postabdomens zweifellos eine weibliche, deren Ovarium keine reife Eizelle mehr enthält.

Sluiter macht von *A. africanum* keine näheren Angaben über Geschlechtsorgane, sodern erwähnt nur, daß sich im Atrialraum häufig »quelques larves appendiculaires« finden. Aus der sehr schematisch gehaltenen Abbildung kann ich nicht ersehen (l. c. 1905, Taf. II Fig. 9), ob eine männliche oder eine weibliche Person der Abbildung zugrunde lag. Die fragliche Angabe über die zwittrige Natur der Personen des malayischen *A. tremulum* Sav., Sluit. (l. c. 1909) habe ich schon oben (S. 23) erörtert.

Gen. Synoicum Phipps.

Synoicum suesanum n. sp.

(Tafel, Fig. 1—4.)

Fundangabe: Suës, Flachwasser an der Küste; E. Bannwarth, 1914 (Typenkolonien). Gimsah-Bucht; R. Hartmeyer, 11. bis 17. Jänner 1902 (Kotypenkolonie).

Diagnose: Kolonie dick polsterförmig, mit kleinerer Grundfläche angewachsen. Körperoberfläche rein, ohne Fremdkörper. Personen sämtlich an der Oberseite mündend, in einfachen Systemen, die im Zentrum eine große gemeinsame Kloakenöffnung haben und durch grabenartige Furchen, wenn nicht zum Teil durch tiefere Einschnitte, voneinander getrennt sind.

Zellulosemantel sehr weich knorpelig, ohne Blasenzellen, in der Oberflächenschicht fester, hautartig.

Personen bis 6 *mm* lang. Thorax groß, Abdomen kürzer. Postabdomen länger als Thorax und Abdomen zusammen, am verengten Hinterende in einen fadenförmigen, mit einigen Seitenanhängen versehenen ektodermalen Fortsatz auslaufend und außerdem mit 2 oder 3 gerundet stummelförmigen Anhängen.

Branchialsipho kurz-kronenförmig, 6 lappig.

Atrialsipho am Anfang der Rückenlinie des Thorax, ungefähr so groß wie der Branchialsipho; sein Vorderrand in eine breite, gerundet trapezförmige, fast quadratische Atrialzunge auslaufend, deren fast gerade abgestutzte Vorderkante 3 oder 4 sehr kurze, breite kreisrunde Papillen trägt, sein Seiten- und Hinterrand unregelmäßig und verschieden deutlich kerbschnittig.

Mundtentakel mehr als 8.

Kiemensack mit 13 bis 15 Kiemenspaltenzonen.

Darm eine ziemlich einfache Schleife bildend. Magen gerundet kastenförmig mit verkürzter Dorsalseite, maulbeerförmig, mit zirka 50 Vorwölbungen. Mitteldarm eng, Anfang des Enddarmes plötzlich stark verbreitert, die Ecken der Verbreiterung als kuppelförmige Blindsäcke neben dem Ende des engen Mitteldarmes vorragend. After deutlich hinter der Mitte des Kiemensackes.

Geschlechtsapparat: Personen zwittrig; Ovarium etwas hinter der Mitte des Postabdomens; Hode hinter dem Ovarium, ährenförmig, aus einer mäßig großen Zahl (zum Beispiel 14) unregelmäßig zweizeilig angeordneten kugeligen bis birnförmigen Hodenbläschen mit feinen, verhältnismäßig langen Sonderausführgängen zusammengesetzt.

Beschreibung: Koloniegestaltung: Die größte der vorliegenden 3 Kolonien von Suës ist ziemlich regelmäßig gestaltet und anscheinend typisch ausgebildet, während die kleineren Kolonien etwas unregelmäßiger ausgewachsen erscheinen, etwa wie Bruchstücke einer solchen typischen Kolonie. Die größere typische Kolonie (Tafel, Fig. 3 und 4) hat die Gestalt eines dicken Polsters mit gerundet dreiseitiger konvexer Oberseite und schräg nach unten zurückweichenden, zur weniger umfangreichen Grundfläche hingehenden Seitenflächen, die in gerundeter Kante an die Oberseite stoßen.

Bodenständigkeit: Die Kolonie ist mit der ganzen Grundfläche an einer Spongie aufgewachsen.

Dimensionen der Kolonie: Die größere Kolonie ist an der Oberfläche durchschnittlich etwa 20 *mm* breit und hat eine Höhe (Polsterdicke) von etwa 5 bis 7 *mm*.

Aussehen der Kolonie: Die Färbung ist im allgemeinen gelblich grau, etwas ins rötliche ziehend. Die Kolonie ist wachsartig glänzend und schwach durchscheinend mit undurchsichtigen, im auffallenden Licht helleren, im durchfallenden Licht dunkleren Personen.

Die Oberfläche der Kolonie ist im gröberen uneben, im feineren runzelig, ganz rein, frei von irgend welchen Fremdkörpern. Die Oberseite zeigt im Zusammenhang mit der Teilung in Systeme eine weitläufig netzförmige Furchung, deren von einzelnen oder doppelten Systemen eingenommene Maschen polsterförmig erhaben sind. Die Maschenpolster haben einen größten Durchmesser von etwa $2^1/_2$ bis 5 *mm*; die Furchen sind etwa $^1/_3$ bis 1 *mm* breit, grabenartig. Bei einer der beiden kleineren Kolonien schneidet eine winkelig über der Kolonie hinweggehende Furche viel tiefer ein als die übrigen, an dem einen Ende ungefähr bis zur Mitte der Polsterdicke, im übrigen fast bis zum Grunde der Kolonie, auf diese Weise die Kolonie in zwei ungefähr gleich große Systemgruppen teilend Außerdem findet sich an dieser selben Kolonie noch ein weiteres etwas unregelmäßiges System von dick keulenförmiger Gestalt durch einen fast bis zum Grunde gehenden Einschnitt von den übrigen Systemen gesondert. Wir finden hier also eine Kolonieform, die an die des nordischen *S. irregulare* erinnert.

Systeme: Die Personen sind sehr regelmäßig in einfachen, kreisförmigen (beziehungsweise sternförmigen) oder ovalen Systemen angeordnet. Ich zählte 7 bis 13 Personen in den einzelnen Systemen. Meist nimmt ein System ein ganzes Maschenpolster ein. In wenigen Fällen finden sich zwei kleinere Systeme auf einem Maschenpolster, oder zwei solcher Systeme sind nur durch eine undeutlichere Furche voneinander gesondert. Zweifellos handelt es sich hier um jüngere, erst kürzlich durch Teilung aus einem größeren System hervorgegangene Systeme. Im Zentrum jedes Systems findet sich eine große, annähernd kreisrunde oder breit spindelförmige bis ovale oder etwas unregelmäßiger, aber stets einfach gestaltete Kloakenöffnung von etwa $^1/_3$ bis 1 *mm* Durchmesser und mit feinem scharfen Randsaum.

Die Branchialöffnungen sind regelmäßig 6-strahlig.

Der Zellulosemantel ist im allgemeinen sehr weich knorpelig, fast gallertig, nur in der hautartigen Oberflächenschicht fester. Er enthält zahlreiche Spindel- und Sternchenzellen und stellenweise auch kleine grobgranulierte Rundzellen. Blasenzellen sind nicht vorhanden.

Die Personen (Tafel, Fig. 1) stehen mehr oder weniger senkrecht zur Oberseite der Kolonie und münden sämtlich an dieser Oberseite aus. Sie lösen sich ziemlich leicht aus dem Zellulosemantel

heraus. Ausgewachsene mäßig und gleichmäßig kontrahierte Personen sind etwa 5 bis 6 *mm* lang und lassen die verschiedenen Körperabschnitte auch äußerlich deutlich unterscheiden, während die Körperabschnitte bei unausgebildeten und stark kontrahierten Personen äußerlich nicht scharf hervortreten, so daß diese Personen fast wurmartig aussehen. Der Thorax ist, zumal bei schwach kontrahierten Personen (Fig. 1), verhältnismäßig groß, etwa 1·6 *mm* lang und im Maximum 0·85 *mm* dick, häufig in der hinteren Hälfte dicker (Kontraktions-, beziehungsweise Aufblähungserscheinung?), gegen das Vorderende etwas verengt. Das Abdomen ist stets kürzer als der Thorax, bei gut ausgestreckten Personen nur etwa halb so lang und halb so dick. Das Postabdomen ist im allgemeinen deutlich länger, wenn auch manchmal nur wenig länger als Thorax und Abdomen zusammen, bei gut ausgestreckten Personen anfangs halsartig verengt und nach hinten dann wieder spindelartig erweitert, das Maximum seiner Dicke, das hinter der Dicke des Abdomens zurückbleibt, ungefähr am Ende des dritten Viertels erreichend. Das zugespitzte Hinterende des Postabdomens ist in einen fadenförmigen, etwa 0·9 *mm* langen und 45 μ dicken ektodermalen Anhang ausgezogen, der einige, 2 oder 3, verschieden und unregelmäßig gestellte, kurze oder mäßig lange seitliche Anhänge von der Dicke des Hauptfadens trägt. Dicht an der Wurzel des fadenförmigen Anhangs trägt das Hinterende des Postabdomens dann noch 2 oder 3 gerundet stummelförmige ektodermale Anhänge, die nur wenig länger als dick und meist etwas gebogen sind. Diese stummelförmigen Anhänge sowie die Blindenden des fadenförmigen Fortsatzes und seiner Seitenanhänge besitzen ein etwas dickeres Epithel mit schmalen, großkernigen Zellen.

Der gerade am Vorderende des Thorax stehende Branchialsipho (Fig. 1) ist regelmäßig kronenförmig, 6-lappig, etwa halb so lang wie breit, deutlich vom Thorax abgesetzt. Die Läppchen sind geschweift, herzförmig, ungefähr halb so lang wie am Grunde breit.

Der Atrialsipho (Fig. 1 und 2) ist stets deutlich ausgebildet und scharf abgesetzt, ungefähr ebenso groß wie der Branchialsipho. Er steht dem Branchialsipho ziemlich nahe, kaum mehr als um die Breite des Branchialsiphos von diesem getrennt an der hinteren Kante der Thorax-Vorderfläche schon etwas auf die Rückenseite des Thorax verschoben. Nur ausnahmsweise erscheint er etwas stärker vorgezogen und dann geradezu mit am Vorderende stehend. Bei der Aufsicht erkennt man an der Innenfläche des Atrialsiphos eine nicht ganz regelmäßige Längsrippung, die nicht ganz deutlich nach dem Sechsstrahl gebildet ist, insofern manchmal 6 der Längsrippen etwas stärker vortreten. Der Vorderteil des Randes des Atrialsiphos, der im übrigen nur einige wenige undeutliche und anscheinend unregelmäßige Einkerbungen aufweist, zieht sich zu einer sehr charakteristisch gestalteten Atrialzunge aus. Diese Atrialzunge erscheint in Flächenaufsicht (Fig. 2) gerundet trapezförmig, distal ein wenig breiter als am Grunde, fast quadratisch. Ihre Seitenränder sind etwas eingebogen, so daß sie eine hohlkehlartige Form annimmt. Ihr fast quer verlaufender distaler Endrand trägt 3 oder 4 (falls 4, die vierte etwas kleiner!) niedrige, kreisrunde Papillen. Es will mir fraglich erscheinen, ob diese manchmal nur schwer zu erkennenden Papillen das Anzeichen einer Mehrstrahligkeit der Atrialzunge seien. Die ganze Atrialzunge ist meist ziemlich schräg gegen den Branchialsipho hin geneigt. Diese charakteristische Gestaltung der Atrialzunge fand sich bei allen daraufhin untersuchten Personen, einer beträchtlichen Anzahl.

Die Leibeswand ist zart und dünn, mit zarter, weitläufig angeordneter Längsmuskulatur und nur am Halsteil der inneren Siphonen mit deutlicher, kräftiger Ringmuskulatur versehen.

Der Mundtentakelkranz ist nach der Vierzahl gebildet. Er besteht aus 4 großen Tentakeln 1. Ordnung, 4 etwas kleineren 2. Ordnung und einer wechselnden Zahl kleinster einer 3. Ordnung. Die Tentakel sind regelmäßig nach dem Schema 1, (3), 2, (3), 1 angeordnet, wobei die Einklammerung der »3« besagt, daß der betreffende Tentakel auch fehlen kann. Ein genauer untersuchter Tentakelkranz zeigte zum Beispiel 12 Tentakel, die, von der dorsalen Mittellinie ausgehend, folgende Anordnung ergaben: 1, 3, 2, 3, 1, 2, 1, 2, 1, 3, 2, 3, 1 (der dorsalmediane zweimal aufgeführt!). Die Tentakeln

verschiedener Ordnung scheinen nicht genau in einem und demselben Kreise zu stehen; wenigstens ragen die verdickten Basalteile der größeren Tentakel weiter vom Zentrum des Kreises ab als die der kleineren Tentakel.

Das Flimmerorgan ist ein winziges ovales Polster mit weiter, einfacher zentraler Durchbohrung, den freien Rand eines unter der Wandung der Praebranchialzone liegenden becherförmigen Organes bildend. Die längere Achse des Flimmerorgans liegt in der dorsalen Medianlinie.

Der Kiemensack (Tafel, Fig. 1) besitzt 13, 14 oder 15 Kiemenspaltenzonen und ungefähr 10 bis 12 länglich ovale (bei vollständiger Ausstreckung) oder schmälere, mehr lineare (bei Kontraktion) Kiemenspalten in jeder Halbzone. Jederseits neben dem ziemlich schmalen, bei guter Streckung fast geradlinigen Endostyl bleibt ein verhältnismäßig sehr breiter Raum frei von Kiemenspalten. Die untersten Kiemenspalten nehmen gegen diesen kiemenspaltenlosen Ventralraum schnell an Größe, zumal an Länge ab. Dorsalmedian ist ebenfalls ein kiemenspaltenfreier Raum ausgebildet, jedoch nicht so breit wie jener Ventralraum, und auch die Größe der Kiemenspalten ist hier nicht so deutlich vermindert. Die Quergefäße sind ziemlich breit, mit ziemlich kräftigen Muskelsträngen versehen, die in den kiemenspaltenlosen Ventralraum, also gegen den Endostyl hin, sich in mehrere dünne Bündel spalten und fächerförmig auseinanderstrahlen. Papillen sind am Kiemensack nicht vorhanden. Die Dorsalfaltenzüngelchen, je eines an den Quergefäßen, sind auffallend groß, deutlich länger als die Breite einer Kiemenspaltenzone. Sie sind schlank und gleichschenklig dreiseitig, dabei aber ziemlich dick.

Der Darm (Tafel, Fig. 1) bildet eine ziemlich einfache Schleife, die auch normalerweise eine geringe Verzerrung aufzuweisen scheint. Die in den von verschiedenen Personen hergestellten Präparaten sich darbietenden Bilder vom Verlauf der Darmschleife sind nicht ganz gleich; doch bin ich nicht in der Lage, sicher anzugeben, ob dies auf einer geringen Variabilität oder auf einer abnormen postmortalen Verzerrung bei einigen Personen beruht. Eine geringe Zerrung des sehr weichen Objekts, die kaum ganz zu vermeiden ist, würde die ursprüngliche Lage der verschiedenen Darmteile zueinander schon ändern. Im folgenden schildere ich den Verlauf des Darmes, wie er mir der normale zu sein scheint, und wie ich ihn nach einem guten Präparat auch zeichnerisch dargestellt habe (Tafel, Fig. 1). Der genau am hinteren Pol des Kiemensackes liegende Schlund ist wie der Anfangsteil des Ösophagus ziemlich weit. Der Ösophagus, dessen derbere Wandung scharf von der zarten Wandung des Kiemensackes abgesetzt ist, ist trompetenförmig, nach hinten stark verengt, dabei stark gebogen, und zwar dorsalwärts. Der Magen ist gerundet schief-kastenförmig. Seine Gestalt ist der Kugelform genähert, aber doch nicht als kugelig zu bezeichnen. Während seine Hinterfläche annähernd quer zur Längserstreckung der Person liegt, bildet seine Vorderfläche eine zur Längsachse der Person deutlich geneigte, dorsalwärts nach hinten abfallende Fläche. Während der Mitteldarm gerade aus der Mitte der Hinterfläche des Magens austritt, tritt das enge Hinterende des Ösophagus in die Mitte der nach hinten dorsal abschüssigen Vorderfläche ein. Das Ergebnis dieser Bildung ist eine starke Verkürzung der dorsalen Medianlinie des Magens zwischen Cardia und Pylorus, während die gegenüberliegende ventrale Medianlinie des Magens stark verlängert und die Ventralpartie des Magens fast buckelförmig vorgezogen erscheint. Die ganze Wandung des Magens ist mit gedrängt stehenden, kreisrunden oder breit ovalen, zum geringen Teil auch etwas größeren nierenförmigen Vorwölbungen besetzt; der Magen ist also typisch maulbeerförmig. Eine Anordnung der Vorwölbungen in Längsreihen war jedenfalls nicht deutlich erkennbar. Ich zählte an einer Seite eines Magens ungefähr 28 solcher Vorwölbungen; ihre Gesamtzahl mag etwa 50 betragen. Der unter scharfem Absatz gerade aus dem hinteren Pol des Magens austretende Mitteldarm ist in seinem Anfangsteil ziemlich eng, nur manchmal durch ovale Nahrungsballen, die sich hier nur selten finden und ihn demnach schnell zu passieren scheinen, teilweise aufgebläht. Ein eigentlicher Nachmagen scheint nicht vorhanden zu sein. Meist ist der Mitteldarm annähernd gleichmäßig dick. Nur einmal fand ich in ihm eine kurze

Erweiterung, die jedoch eher wie eine gelegentliche Stauchung als wie ein besonderes Organ aussah. Der enge Mitteldarm verläuft zunächst noch eine ziemlich beträchtliche Strecke nach hinten, in gerader Richtung oder mehr oder weniger geschweift, und wendet sich dann ventralwärts zur linken Seite und nach vorn, den Wendepol der Darmschleife bildend. Sobald er die gerade Richtung nach vorn erreicht hat, geht er unter ungemein scharfem Absatz in den Enddarm über. Der Beginn des Enddarms ist in dorsalventraler Richtung flächenhaft verbreitert und die Ecken der Verbreiterung ragen als kurze kuppelförmige Blindsäcke nach hinten, dorsal und ventral das Hinterende des Mitteldarms flankierend. Diese Enddarm-Blindsäcke sind annähernd so dick wie lang und zugleich so dick wie das Hinterende des Mitteldarms. Diese eigentümliche Bildung, die bei allen näher untersuchten Personen in gleicher Weise ausgeprägt war, kommt auch bei allen näher verwandten Arten (siehe unten unter »Erörterung«!) vor, ist demnach für diese Artengruppe etwas durchaus charakteristisches. Nach vorn zu verschmälert sich der Enddarm etwas und nimmt eine drehrunde Gestalt an. Sich allmählich wieder nach der Doralseite hinwendend, streicht dieser rücklaufende Teil des Darmes linksseitig am Magen und dem Hinterteil des Ösophagus vorbei, um schließlich dorsal vom Kiemensack in den Thorax einzutreten und etwa am hinteren Ende des mittleren Thoraxdrittels auszumünden. Der Enddarm ist am Ende breit gerundet. Der After ist ein querer Spalt auf der Endkuppe des Enddarms. An den Rändern des Afterspaltes ragen zwei breite, gerundete, fast gerade vorspringende Afterlappen vor. Die Afterlappen sind ungefähr halb so lang wie breit, basal etwas verengt.

Geschlechtsapparat (Tafel, Fig. 1): Die Personen sind zwittrig. Die Gonaden liegen in dem dorsalen Längsfache des Postabdomens. Dieses dorsale Längsfach wird durch das sich zwischen den mittleren Seitenlinien des Postabdomens ausspannende, weit klaffende Entodermrohr von dem hier annähernd gleich umfangreichen ventralen Längsfach abgesondert. Das Ovarium liegt stets etwas hinter der Mitte des Postabdomens. Die größten am Ovarium beobachteten Eizellen mit sehr grob granuliertem Dotterinhalt waren etwa 145 μ lang und 100 μ dick, ellipsoidisch. Die Hode liegt ganz hinter dem Ovarium, von diesem durch eine kurze aber deutliche gonadenlose Strecke getrennt. Sie besteht aus einer mäßig großen Zahl — ich zählte an einigen Personen 14 bis 20 — kugeliger bis birnförmiger Hodenbläschen von etwa 60 bis 120 μ Dicke, die durch sehr feine, verhältnismäßig lange Sonderausführgänge in den ziemlich gerade nach vorn hin verlaufenden Samenleiter einmünden. Die Anordnung der Hodenbläschen scheint zweizeilig zu sein; doch wird ihre Lagerung wohl infolge der durch die langen Sonderausführgänge ermöglichten Beweglichkeit sehr unregelmäßig. Sie sind auf eine ziemlich lange Strecke ziemlich unregelmäßig und locker verteilt, nur zum Teil paarweise einander genähert. Häufig findet man im hinteren Teil des Thorax dorsal vom Kiemensack eine geschwänzte Larve in dem sehr geräumigen Peribranchialraum. Eine besondere Aufblähung, und damit die Bildung eines besonderen Brutraumes, wird durch diese Larve nicht hervorgerufen. Die Larve ist übrigens trotz anscheinend vollständigen Ausgewachsenseins verhältnismäßig klein, nur etwa 0·46 *mm* lang.

Erörterung. *Synoicum suesanum* gehört zu einer engen Gruppe von Arten, die eigentümlicherweise sowohl tropisch wie subantarktisch verbreitet sind. Eine nahe verwandte Tropenform ist Sluiter's *Morchellium intercedens*[1] vom Sulu-Archipel, nahe verwandte subantarktische Arten sind *Sidnyum pallidum* Herdm.[2] von der Marion-Insel, sowie *Morchellioides affinis* Herdm.[3] und *Morchellium giardi* Herdm.[4] von den Kerguelen, die letztere später von Hartmeyer[5] nachuntersucht. Als Vergleichsmaterial liegt mir von diesen Formen nur eine mir freundlichst von Hartmeyer über-

---

1 Sluiter, Tunic. Siboga-Exp. II. Meresom. Ascid., p. 108, Taf. V Fig. 11.

2 Herdman. Rep. Tunic. Challenger II, p. 184, Taf. XXV Fig. 4 bis 6.

3 Herdman, ebendaselbst p. 177, Taf. XXIV Fig. 16 bis 20.

4 Herdman, ebendaselbst, p. 181, Taf. XXV Fig. 1 bis 3.

5 Hartmeyer, Ascid. Südpol-Exp. 1901 bis 1903. p. 550, Taf. XLVII Fig. 7, Taf. LVI Fig. 1 bis 3 (als *Synoicum giardi*.

lassene, bisher nicht untersuchte und bestimmte Kolonie des *Morchellioides affinis* von den Kerguelen vor. Zur Vereinfachung der folgenden Erörterungen will ich als wichtiges Ergebnis meiner Untersuchung an dieser Kolonie zunächst feststellen, daß *Morchellioides affinis* mit dem vom gleichen Fundort stammenden *Morchellium giardi* identisch ist. Die Gattung *Morchellioides* Herdman beruht auf einen Irrtum. *Morchellioides* soll sich nach Herdman (l. c. p. 176, beziehungsweise p. 180) von *Morchellium* lediglich dadurch unterscheiden, daß die Branchialöffnung achtlappig sei, während sie bei *Morchellium* (und *Sidnyum*, l. c. p. 183) sechslappig ist. Das ist nach Herdman's Beschreibungen auch der einzige wesentliche Unterschied zwischen seinen beiden Arten *Morchellioides affinis* und *Morchellium giardi*, ein Umstand, der die generische Sonderung dieser beiden Arten schon an und für sich verdächtig erscheinen ließ. Die Betrachtung der nebelhaft gehaltenen Abbildung einer Branchialöffnung von *Morchellioides affinis* (l. c. Taf. XXIV Fig. 19) gab meinem Verdacht eine bestimmte Richtung. Eine derartige Gestalt der angeblichen Branchialöffnungslappen, nach außen verbreitert und gerundet zungenförmig, wäre zum mindesten sehr ungewöhnlich. Die Betrachtung der durch einen dünnen Sekantenschnitt abgelösten Oberflächenschicht von der erwähnten Kerguelenkolonie, die im übrigen ganz mit der Beschreibung von *Morchellioides affinis* harmoniert, rechtfertigte meinen Verdacht. Jene Herdman'sche Abbildung stellt gar nicht die Lappen der Branchialöffnung dar. Bringt man in jenem Präparat, dessen Außenseite nach oben gerichtet ist, eine Branchialöffnung in das Gesichtsfeld des Mikroskops, so sieht man bei höchster Einstellung des Tubus deutlich sechs regelmäßige herzförmige Lappen die Branchialöffnung umgeben. Schraubt man den Tubus tiefer, so ändert sich das Bild, und bei gewisser Einstellung nimmt es im allgemeinen das Ansehen jener Herdman'schen Figur an. Jene acht angeblichen Lappen sind nichts anderes als die verdickten und eng gedrängt im Kreise stehenden Basalteile der Mundtentakel 1. und 2. Ordnung. Die Mundtentakel sind bei dieser Form, wie überhaupt in dieser Verwandtschaftsgruppe, genau nach der Vierzahl geordnet. 4 Tentakel 1. Ordnung wechseln mit 4 Tentakeln 2. Ordnung, dazwischen steht dann noch eine geringe Zahl kleinster Tentakel 3. Ordnung, die aber etwas aus dem Kreise der größeren Tentakel herausgedrängt erscheinen und bei jener Einstellung des Tubus nicht deutlich in die Erscheinung treten. Der von Herdman abgebildete Achtstern der Mundtentakel-Basalteile erscheint um so regelmäßiger, je geringer der Größenunterschied der Tentakel 1. und 2. Ordnung ist. Bei dem Original von *Morchellioides affinis* sollen die Tentakel — Herdman hat hierbei wohl nur die 1. und 2. Ordnung im Auge gehabt — »all of much the same length« sein. Auch ich fand bei meiner Kolonie meist nur geringe Größenunterschiede zwischen diesen Tentakeln, wenigstens keine solchen Unterschiede, die die Regelmäßigkeit des Achtsterns wesentlich beeinflußten. Ich halte die Zusammengehörigkeit der beiden Herdman'schen Formen hiermit für genügend sicher erwiesen und bezeichne die Art unter Vermeidung der bei Herdman vorausstehenden, aber auf einem Irrtum beruhenden Sonderbezeichnung »affinis«, als *Synoicum giardi* (Herdm.).

Bei einer Vergleichung der nunmehr auf 4 zusammengeschmolzenen Arten dieser Verwandtschaftsgruppe ergibt sich zunächst, daß sich *S. suesanum* von allen anderen Arten dieser Gruppe durch die deutlichere Sonderung der bei ihm mindestens durch grabenartige Einsenkungen voneinander getrennten Systeme unterscheidet. *S. suesanum* erinnert hierdurch an gewisse arktische *Synoicum*-Arten[1], bei denen eine solche Sonderung der Systeme mehr oder weniger weit ausgebildet ist. Im übrigen ähnelt die Kolonie von *S. suesanum* nach Gestalt und Aussehen wohl am meisten der von *S. intercedens*, wenngleich die Kolonien dieser Art beträchtlich höher erscheinen, nicht eigentlich polsterförmig. Besonders übereinstimmend ist der keilförmig verengte Abfall der Kolonien gegen die Grundfläche hin.

Herdman unterscheidet die Gattungen *Sidnyum* (mit *S. pallidum*) und *Morchellium* (mit *M. giardi*) nach den gegebenen Diagnosen (l. c. 1882, p. 180 beziehungsweise 183) lediglich durch die deutliche

[1] Vergl. Hartmeyer, Ascid. Arktis, p. 346 u. f.

(Sidnyum) und undeutliche *(Morchellium)* äußere Sonderung des Körpers in Thorax, Abdomen und Postabdomen. Das mir vorliegende Material von *Synoicum giardi* zeigt aber, daß diesen Verhältnissen nicht einmal ein Wert für Artensonderung beizumessen ist. Eine starke Anschwellung, wie einzelne Personen sie aufweisen, läßt den Thorax sehr viel dicker und vom Abdomen scharf gesondert hervortreten; andererseits verengt eine starke Streckung das Postabdomen, zumal in dem gonadenlosen Halsteil, viel stärker als das Abdomen, so daß durch beträchtliche Veränderung der Dickenverhältnisse auch eine Sonderung zwischen Abdomen und Postabdomen bei einzelnen Personen deutlicher hervortritt. Sehr charakteristisch erscheint für die hier erörterte Artengruppe die Ausstattung des postabdominalen Hinterendes mit einigen ektodermalen Anhängen zu sein. Nur von *S. pallidum* sind diese Organe nicht erwähnt, ohne daß man hieraus auf das Fehlen derselben schließen dürfte. Bei *S. intercedens* sollen nach Sluiter (l. c. 1904, p. 108) 2—4 »kurze Gefäßanhänge« vorkommen. Nach der Abbildung (l. c. Taf. V Fig. 11*a*) sind dieselben einfach und gleich lang, länger als die kurzen Anhänge und kürzer als der lange verzweigte Anhang bei *S. suesanum*. *S. giardi* stimmt in dieser Hinsicht nach meinen eigenen Befunden sowie nach den Angaben Herdman's über *Morchellioides affinis* (l. c. 1882, p. 178, Taf. XXIV Fig. 17) mehr mit *S. suesanum* überein, insofern verzweigte Anhänge vorkommen. Nach Herdman's Abbildung besitzt die betreffende Person nur 2 ektodermale Anhänge, die in gleicher Weise verzweigt sind. In dem mir vorliegenden Präparat vom Hinterende einer Person sind 3 Anhänge vorhanden, von denen 2 einfach zu sein scheinen, während der an der Basis beträchtlich dickere dritte, der leider etwas über der Basis abgerissen ist, mutmaßlich verzweigt war.

Ein wesentliches Unterscheidungsmerkmal der 4 Arten liegt offenbar in der Gestaltung der Atrialöffnung. Bei *S. intercedens* soll sie ein einfaches Loch ohne Sipho sein, bei den übrigen Arten ist ein sehr deutlich ausgebildeter Atrialsipho vorhanden. Bei *S. pallidum* ist dieser Atrialsipho wie der Branchialsipho gestaltet, regelmäßig sechslappig, ohne daß sich eines der Läppchen als Atrialzunge hervortäte. Bei *S. suesanum* und *S. giardi* sind dagegen deutliche Atrialzungen ausgebildet, bei *S. suesanum* eine kurz- und breitschuppenförmige mit 4 Papillen am quer abgestutzten Rande, bei *S. giardi* eine sehr langgestreckte, am distalen Ende einfache oder zweizipflige.

In Hinsicht auf die Mundtentakel, die stets regelmäßig nach der Vierzahl (Kreuzstellung) auftreten, unterscheidet sich *S. intercedens* von den übrigen Arten, insofern bei ihm nur 4 Tentakel 1. Ordnung vorkommen, während sich bei diesen noch 4 Tentakel 2. Ordnung und eine wechselnde Zahl kleinster Tentakel 3. Ordnung finden.

Der Kiemensack scheint keine wesentlichen Unterscheidungsmerkmale zu liefern. Der Darm zeigt, abgesehen von der charakteristischen Magengestalt, zunächst eine beachtenswerte Übereinstimmung, und zwar in der Verbreiterung des Enddarm-Anfangs und seiner Ausstattung mit einem Paar kuppelförmiger Blindsäcke jederseits neben dem Hinterende des Mitteldarms (siehe oben). Diese eigentümliche und meiner Ansicht nach sehr auffallende Bildung ist schon von mehreren Forschern, die Arten dieser Gruppe untersucht haben, gesehen und abgebildet worden, eigentümlicherweise aber von keinem deutlich erwähnt, geschweige denn auf ihre Bedeutsamkeit behandelt. Herdman gab zuerst eine Abbildung dieser Gestaltung in einer Figur von *Sidnyum pallidum* (l. c. Taf. XXV Fig. 6), bei der jedoch die Ecken der Verbreitung nicht so deutlich blindsackartig zurückragen, wie ich es bei den von mir untersuchten Formen, so auch bei *S. giardi* fand. Im Text erwähnt Herdman bei den auf seine 2 Arten bezüglichen Beschreibungen nur, daß das Rektum, das er offenbar von dieser Verbreiterung an rechnet, weit und dünnwandig ist. Eine sehr gute Abbildung liefert Sluiter von dieser Bildung bei *S. intercedens* (l. c. Taf. V Fig. 11*a*), spricht aber im Text (l. c. p. 108) nur von einer plötzlichen Erweiterung des Mitteldarms. Auch Hartmeyer spricht in der Beschreibung von *S. giardi* nur vom »erheblich größeren Durchmesser« dieser Darmpartie, während in der betreffenden Abbildung (l. c. Taf. VI Fig. 1) die beiden Blindsäcke sehr deutlich hervortreten. In den Beschreibungen und Abbildungen von nordischen *Synoicum*-Arten finde ich keinen Hinweis auf eine derartige Bildung, und auch

S. steineni Mich [1] von Südgeorgien besitzt nicht diese Blindsackbildung. Ein vielleicht bedeutsamer Unterschied liegt in der verschiedenen Länge des Enddarms, beziehungsweise der Lage des Afters. Bei *S. intercedens* Sluit. (l. c. 1904, p. 108, Taf. V Fig. 11*a*) und nach der betreffenden Abbildung auch bei *S. pallidum* (Herdm.) (l. c. 1882, Taf. XXV Fig. 6) liegt der After ungefähr in der Höhe der Kiemensackmitte, wenn nicht gar noch ein geringeres weiter vorn. Bei *S. giardi* (Herdm.) liegt er nach Hartmeyer (l. c. 1911, p. 552, Taf. LVI Fig. 1) wie bei *S. suesanum* (siehe oben) beträchtlich hinter der Mitte des Kiemensackes, ungefähr oberhalb des hinteren Endes des mittleren Kiemensack-Drittels. In der Gestalt des Afters stimmt *S. suesanum* mit *S. giardi* (nach Hartmeyer) überein, während die Übereinstimmung mit *S. intercedens* und *S. pallidum* fraglich bleiben muß.

In der Lagerung der Gonaden stimmt *S. giardi*, wie ich nach Untersuchung meines Materials feststellen kann, vollkommen mit *S. suesanum* (siehe oben) und *S. intercedens* (Sluit.) (l. c. 1904, p. 190, Taf. V Fig. 11*a*) überein, insofern das Ovarium nahe der Mitte des Postabdomens und die Hode noch weiter hinten liegt, so daß also ein verhältnismäßig sehr langer vorderer Teil des Postabdomens gonadenfrei bleibt. *S. pallidum* (Herdm.) (l. c. 1882, Taf. XXV Fig. 17) scheint von diesem Verhalten etwas abzuweichen. Wenigstens finden sich in der angeführten Abbildung einige wenige (3) Hodenbläschen bereits vor dem Ovarium gelagert.

---

[1] Michaelsen, Tunic.; in: Hamburg. Magalh. Sammelr., p. 33, Taf. I Fig. 4, 5, Taf. III Fig. 21 bis 24. — Es erscheint mir jetzt fraglich, ob diese Art wirklich zur Gattung *Synoicum* zu stellen sei. Nachdem bei verschiedenen Arten eine mehr oder weniger vollständige Auflösung der Längswülste des Magens zu kürzeren Wülsten nachgewiesen ist, und Van Name bei einer und derselben Art, *Amaroucium bermudae* (Ascid. Bermuda-Isl., p. 353) das gleichzeitige Vorkommen von längs- und quergefalteten Magen fand, will es mir scheinen, daß meine südgeorgische Art besser zu *Amaroucium*, und zwar in die Nähe von *A. variabile* Herdm., zu stellen sei. Auch an einem Originalstück des *Amaroucium steineni* (Mich.) — so wäre diese Art demnach zu bezeichnen — fand ich neuerdings einen Magen, der deutlich mit Querwülsten, beziehungsweise Querfalten ausgestattet ist, neben anderen Magen, bei denen die Längsfältelung deutlich überwiegt. Die Sonderung der Gattungen *Amaroucium* und *Synoicum* (und *Atopogaster?*) wird durch diese vermittelnden Bildungen immer schwieriger.

Literaturverzeichnis.

Forskål, P., 1775; Descriptiones animalium avium, amphibiorum, piscium, insectorum, vermium quae in itinere orientali observabit; Hauniae.

— 1776; Icones rerum naturalium quas in itinere orientale depingi curavit; Hauniae.

Hartmeyer, R., 1903; Die Ascidien der Arktis; in: Fauna arctica, III.

— 1909; Tunicata (Manteltiere); in: Bronn, Kl. Ordn. Tierr., III, Suppl., Forts.

— 1919; Polycitor (Eudistoma) Mayeri nov. sp., from the Tortugas; in: Publ. Carnegie Inst. Washington, CXXXII.

— 1911; Die Ascidien der Deutschen Tiefsee-Expedition; in: Deutsche Tiefsee-Exp. 1898—1899, XVI.

— 1913; Die Ascidien der Deutschen Südpolar-Expedition 1901—1903; in: Deutsche Südpolar-Exp. 1901—1903, XII, Zool. IV.

Herdman, W. A., 1886; Report on the Tunicata collected during the Voyage of H. M. S. Challenger during the years 1873—1876, II, Ascidiae compositae; in: Rep. Voy. Challenger, XIV.

Huitfeldt-Kaas, H., 1896; Synascidiae; in: N. Nordhavs-Exp. 1876/78, XXIII.

Kowalewsky, A., 1874; Über die Knospung der Ascidien; in: Arch. mikr. Anat., X.

Michaelsen, W., 1904; Die stolidobranchiaten Ascidien der deutschen Tiefsee-Expedition; in: Erg. Deutsch. Tiefsee-Exp., VII.

— 1907; Tunicaten; in: Erg. Hamburg. Magalh. Sammelr., I.

— 1915; Tunicata; in: Meeresfauna Westafrikas, I.

— 1918; Die Ptychobranchen und Diktyobranchen Ascidien des westlichen Indischen Ozeans; in: Mt. Mus. Hamburg, XXXVI.

— 1919; Ascidiae Ptychobranchiae und Diktyobranchiae des Roten Meeres; in: Exp. »Pola« Rote Meer, Zool. Erg. XXXII; in: Denk. Ak. Wien, math.-nat. Kl., XCV.

— 1919; Die Krikobranchen Ascidien des westlichen Indischen Ozeans: Claveliniden und Synoiciden; in: Mt. Mus. Hamburg, XXXVI.

Ritter, W. C., 1901; The Ascidians; in: Pap. Harriman Alaska Exp., XXIII; in: P. Ac. Washington, III.

Savigny, J.-C. 1810?; Tableau systématique des Ascidies, tant simples que composées, Paris.

— 1816; Mémoires sur les animaux sans vertèbres II[1]; Paris. — Ins Deutsche übersetzt von L. v. Oken; in: Isis, 1820, II, Literar. Anz.

Sluiter, C. Ph., 1897; Tunicaten von Süd-Afrika; Beiträge zur Kenntnis der Fauna von Süd-Afrika, II; in: Zool. Jahrb., Syst., XI.

— 1905; Tuniciers recueillis en 1904 par M. Ch. Gravier dans le golfe de Tadjourah (Somalie française); in: Mém. Soc. zool. Fr., XVIII.

— 1899; Die Tunicaten der Siboga-Expedition. II. Abt. Die merosomen Ascidien (Krikobranchia excl. Clavelinidae); in: Siboga-Exp. LVIb, Leiden.

— 1915; Einige neue Ascidien von der West-Küste Afrika's; in: Tijdschr. Ned. Dierk. Ver. (2) XIV[1].

Van Name, W. G., 1902; The Ascidians of the Bermuda Islands; Tr. Connect. Ac., XI.

Liste der erörterten Arten und Gattungen.

(Neue Angaben über Organisationsverhältnisse nach eigenen Untersuchungen, so auch Neubeschreibungen, sind durch Fettdruck der betreffenden Seitenzahlen hervorgehoben; Synonyme sind in eckige Klammern, Untergattungen in runde Klammern gestellt.)

[affinis, Morchellioides] ..... 31—33
[africanum, Aplidium] 22, 23, 26, 27
Amaroucium ..... **10—11**, 21, 34
A. astraeoides 21
A. bermudae 34
[A. effusum] 11
A. erythraeum ..... 2, **17—21**
A. galeritum 21
A. irregulare concinnum 17
A. lubricum 14, 16
A. mauritaniae 3
A. savignyi ..... 2, 3, **11—17**
A. steineni **34**
A. variabile 15, 34
A. variabile tenerum 17
angolanus, Polycitor (Eudistoma) 8
Aplidium ..... 10—11, **21**
[A. africanum] 22, 23, 26, 27
[A. effusum] 11, 16
A. ficus 16
A. lobatum ..... 2, 11, 16, 21, **22—27**
A. lobatum pustulosum **24**
A. mauritaniae 16
A. petrense 10
[A. tremulum] 16, 22, 23, 27
astraeoides, Amaroucium 21

bermudae, Amaroucium 34

Chrondrostachys enormis 2, 3
[Ch. oblonga] 2
[Ch. sipho] 3
[Ch. sypho] 3
concinnum, Amaroucium irregulare 17
constellatum, Polyclinum 10
crystallinus, Polycitor (P.) 7
[cythereum, Polyclinum] 9

[Didemnum styliferum] 2, 3
Distaplia stylifera 2
domuncula, Gynandrocarpa 21
[dualana, Polycitor (Eudistoma) schultzei] 7

[effusum, Aplidium, Amaroucium] 11, 16
enormis, Chondrostachys 2, 3
erythraeum, Amaroucium ..... 2, **17—21**

ficus, Aplidium 16

galeritum, Amaroucium 21
giardi, Synoicum, [Morchellium] ..... **31—34**
Gynandrocarpa domuncula 21
G. placenta 21

[hesperidium, Polyclinum] 9
Holozoa pileata] 3
hupferi, Polycitor (Eudistoma) paesslerioides ..... **7—9**

intercedens, Synoicum, [Morchellium] ..... 31—34
intermedia, Polycitor (Eudistoma) paesslerioides 8
irregulare, Synoicum, [Amaroucium] 17
[isiacum, Polyclinum] 9

lobatum, Aplidium ..... 2, 11, 16, 21, **22—27**
lubricum, Amaroucium 14, 16

magalhaensis, Polycitor (Eudistoma) 8
mauritaniae, [Aplidium], Amaroucium 3, 16
mayeri, Polycitor (Eudistoma) 2, 9
[Morchellioides] 32
[M. affinis] ..... 31—33
[Morchellium] 32
[M. giardi] 31, 32
[M. intercedens] 31, 34

nitidus, Polycitor (P.) 7

oblonga, Chondrostachys 2

paesslerioides, Polycitor (Eudistoma) ..... 2, **7—9**
pallidum, Synoicum, [Sidnyum] ..... 31—34
petrense, Aplidium 10
[pileata. Holozoa] 3
placenta, Gynandrocarpa 21
Polycitor (Eudistoma) angolanus 8

P. (Eu.) magalhaensis 8
P. (Eu.) mayeri 2, 9
P. (Eu.) paessleriodes 2
P. (Eu.) paessleriodes hupferi ....**7—9**
P. (Eu.) paessleriodes intermedia 8
[P. (Eu.) renieri] 7, 9
[P. (Eu.) schultzei] 7, 9
[P. (Eu.) schultzei dualanus] 7
Polycitor (Polycitor) crystallinus 7
P. (P.) nilidus 7
P. (P.) pulcher 3, 7
P. (P.) torensis ....2, 3, **3—7**
[Polyclinoides] 10
[Polyclinum cytherum] 9
P. constellatum 10
[P. hesperium] 9
[P. isiacum] 9
P. saturnium ....2, **9—10**
[P. uranium] 9, 10
[Psammaplidium] 21
pulcher, Polycitor (P.) 3, 7
pustulosum, Aplidium lobatum **24**

[renieri, Polycitor (Eudistoma)] 7, 9
[Salpa sipho] 3
saturnium, Polyclinum ....2, **9—10**
savignyi, Amaroucium ....2, 3, **11—17**
[schultzei, Polycitor (Eudistoma)] 7, 9
[Sidnyum pallidum] ....31—33
[sipho, Chondrostachys] 3
[sipho, Salpa] 3
steineni, Amaroucium, [Synoicum] **34**
stylifera, Distaplia, [Didemnum] 2, 3
suesanum, Synoicum ....**27—34**
Synoicum giardi ....**32—34**
S. intercedens ....31—34
S. irregulare 17
S. pallidum ....31—34
S. suesanum ....2, **27—34**
[S. steineni] **34**
[sypho, Chondrostachys] 3

tenerum, Amaroucium variabile 17
torensis, Polycitor (P.) ....2, 3, **3—7**
[tremulum, Aplidium] 16, 22, 23, 27

[uranium, Polyclinum] 9, 10

variabile, Amaroucium 15, 34

Tafelerklärung.

Fig. 1. *Synoicum suesanum* n. sp. Weichkörper einer Person, von der linken Seite; 24/1.

Fig. 2. — — Egestionsöffnung mit Analzunge, von der Rückenseite; 100/1.

Fig. 3. — — Kolonie von oben; 2/1.

Fig. 4. — — Kolonie von der Seite; 2/1.

Fig. 5. *Amaroucium savignyi* n. sp. Kolonie von Suës, von oben; 1./1.

Fig. 6. — — Weichkörper einer stark zusammengezogenen Person, von der rechten Seite; 30/1.

Fig. 7. — — Weichkörper einer gut gestreckten Person, von der rechten Seite; 30/1.

Fig. 8. *Polycitor (P.) torensis* n. sp. Körperöffnungen in der Aufsicht; 85/1.

Fig. 9 — — — Weichkörper einer Person, von der rechten Seite; 50/1.

Fig. 10. *Amaroucium erythraeum* n. sp. Stück der Oberfläche einer Kolonie; 3/1.

Fig. 11. *Aplidium lobatum* Sav. Querschnitt durch den Magen; 110/1.

Fig. 12. — — Thorax einer Person, von der rechten Seite; 30/1.

i
g
e
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12

WIEN

ÖSTERREICHISCHE STAATSDRUCKEREI

1921

SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES
3 9088 01354 9563